

**KIT DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA
TEMÁTICA “CAPACIDAD DE MÁQUINA” EN EL CURSO MECANISMOS
DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD
COOPERATIVA DE COLOMBIA SEDE PASTO”**

GUSTAVO ADOLFO NARVÁEZ DE LA ROSA

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES, POSTGRADOS Y RELACIONES
INTERNACIONALES
FACULTAD DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
SAN JUAN DE PASTO**

2011

**KIT DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA
TEMÁTICA “CAPACIDAD DE MÁQUINA” EN EL CURSO MECANISMOS
DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD
COOPERATIVA DE COLOMBIA SEDE PASTO**

GUSTAVO ADOLFO NARVÁEZ DE LA ROSA

Tesis para optar al título de Magíster en Docencia Universitaria

Asesor:

Mg. IVÁN DARÍO BASTIDAS

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES, POSTGRADOS Y RELACIONES
INTERNACIONALES
FACULTAD DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
SAN JUAN DE PASTO**

2011

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del Autor”

Artículo 1° Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño Acuerdo N° 324 de Octubre de 1966

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Noviembre de 2011

CONTENIDO

	pág.	
1.	INTRODUCCIÓN	28
2.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	38
2.1	ANTECEDENTES	38
2.2	MARCO CONTEXTUAL	43
2.3	MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	45
2.3.1	Ingeniería Industrial	45
2.3.2	Mecanismos	52
2.3.2.1	Contenidos del Curso Mecanismos	53
2.3.2.2	Relación de los contenidos con el perfil profesional y ocupacional	54
2.3.2.3	Elevador de cangilones	57
2.3.2.4	Capacidad de máquina	60
2.3.3	Didáctica	62
2.3.4	Aprendizaje significativo	65
2.4	MARCO LEGAL	85
3.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	86
3.1	DISEÑO ELEVADOR DE CANGILONES PARA ADAPTARLO A KIT	86
3.2	CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL EVALUADOR	103
3.3	MANUAL DIDÁCTICO	114
3.4	EVALUACIÓN DEL ELEVADOR DE CANGILONES COMO KIT	117
3.4.1	Prueba comparativa	117
3.4.2	Entrevista estructurada	122
3.4.3	Encuesta aplicada a estudiantes	127
4.	PROPUESTA	134
	CONCLUSIONES	164
	RECOMENDACIONES	168
	BIBLIOGRAFÍA	170
	ANEXOS	172

LISTA DE CUADROS

		pág.
Cuadro 1	Dimensiones de cangilones según Norma DIN 15230	59
Cuadro 2	Listado de piezas con materiales de construcción	103
Cuadro 3	Resultados de prueba comparativa	118
Cuadro 4	Resultados encuesta estudiantes	129

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Elevador de cangilones	58
Figura 2 Descarga de un elevador de cangilones	60
Figura 3 Vista superior elevador de cangilones	87
Figura 4 Vista frontal elevador de cangilones	88
Figura 5 Vista lateral elevador de cangilones	89
Figura 6 Estructura elevador de cangilones	90
Figura 7 Sistema eje, piñones y dispositivos de transmisión del movimiento	91
Figura 8 Despiece elevador de cangilones	92
Figura 9 Elevador de cangilones	93
Figura 10 Esquema sistema de transmisión	94
Figura 11 Cargas sobre el eje de transmisión	101
Figura 12 Diagrama para el cálculo de las cargas en los cojinetes	101
Figura 13 Diagramas de fuerzas cortantes y momentos	102
Figura 14 Fotografía estructura máquina	104
Figura 15 Fotografía sistema eje piñón	105
Figura 16 Fotografía del cangilon	106
Figura 17 Fotografía elevador de cangilones	107
Figura 18 Grilla editorial del manual didáctico	116

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo A	Cuestionario de evaluación	
Anexo B	Formato de entrevista docente	
Anexo C	Formato de encuesta estudiante	

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
RESUMEN ANALÍTICO DEL ESTUDIO
R.A.E.

CÓDIGO: 98.378.028

PROGRAMA ACADÉMICO: Maestría en Docencia Universitaria.

AUTOR: Gustavo Adolfo Narvárez De La Rosa.

ASESOR: Mg. Iván Darío Bastidas

TÍTULO: Kit didáctico para el aprendizaje significativo de la temática capacidad de maquina en el curso Mecanismos del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Pasto.

ÁREA DE INVESTIGACIÓN: Mejoramiento Cualitativo de la Educación Superior.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Pedagogía y Didáctica

PALABRAS CLAVES: Aprendizaje significativo, capacidad de máquina, Kit didáctico y mecanismos.

DESCRIPCIÓN: Informe de investigación, en el que el autor propone la solución a un problema presentado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Pasto, debido a la falta de escenarios de prácticas que faciliten impartir y desarrollar competencias en el Curso

Mecanismos, especialmente en la temática capacidad de máquina.

La investigación constituyó una alternativa de solución, con la elaboración de un elevador de cangilones como kit didáctico que mediante el uso de un manual didáctico, facilitó el aprendizaje significativo de la temática capacidad de máquina en el curso mecanismos.

El cuarto objetivo de la investigación, evaluó el desempeño del kit didáctico mediante la puesta en funcionamiento del elevador de cangilones en la práctica realizada por el docente y las simulaciones realizadas con los problemas de contexto planteados por los estudiantes. En ellas se verificó que el kit didáctico, cumplía con las condiciones necesarias para generar procesos de aprendizaje significativo; esto se ratificó en los resultados de la prueba comparativa, la entrevista realizada al docente del curso y las encuestas aplicadas a los estudiantes especialmente en las preguntas nueve y diez.

CONTENIDOS: La investigación se estructuró de la siguiente manera: resumen analítico del estudio, introducción, título, problema de investigación, objetivos, justificación, marco referencial, aspectos metodológicos, análisis de resultados, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. El investigador en la introducción, describió el problema y planteó una solución mediante el cumplimiento de los objetivos propuestos, en el marco de teorías reconocidas que a través de una estructura metodológica evaluó los resultados validando la investigación. El marco referencial se compone de antecedentes, marco teórico-conceptual, marco contextual y marco legal, donde la fundamentación teórica se soporta en los estudios realizados por David P. Ausubel, Díaz Barriga, Coll, Pozo, Sarabia, Valls, Martínez, Mallart, Euler, Shigley y Uicker; referentes al aprendizaje significativo, didáctica, estrategias de enseñanza-aprendizaje y teorías de mecanismos.

Los aspectos metodológicos siguieron el rigor científico necesario para enfrentar el análisis de resultados y posterior validación. Los resultados de la investigación se plantearon siguiendo un orden lógico en el cual el cumplimiento de los objetivos específicos, propiciaba el cumplimiento del objetivo general. El documento se estructura de tal manera que el lector identifique claramente el desarrollo del objetivo general (elaborar un elevador de cangilones como medio didáctico para facilitar el proceso de aprendizaje significativo de la temática “capacidad de máquina” en el Curso Mecanismos del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Pasto).

Cada objetivo específico fue considerado como un capítulo del documento en los cuales se planteó el diseño del elevador de cangilones y la adaptación como kit didáctico, la construcción del elevador de cangilones, la estructuración del manual didáctico que con la ayuda del kit facilitará el proceso de aprendizaje significativo de la temática capacidad de máquina en el Curso Mecanismos y por último la evaluación del elevador de cangilones como kit didáctico. El resultado final confirmó el logro de los objetivos propuestos y validó la propuesta de solución al problema planteado; ratificado, por estudiantes y docente a través de la recolección de la información (prueba comparativa con el cuestionario de preguntas, entrevista estructurada al docente y la encuesta de percepción del kit), demostrando que el desempeño del kit didáctico cumplía con las condiciones necesarias para generar procesos de aprendizaje significativo.

METODOLOGÍA: La presente investigación se inscribe en el paradigma cuantitativo, es de tipo descriptiva, aplicada y propositiva. La población de estudio fue la totalidad de los estudiantes inscritos al curso mecanismos en el primer período del 2011 y el docente responsable del curso.

La técnica directa utilizada fue la observación de elevadores de cangilones en procesos industriales existentes; la recolección de la información se realizó de tres maneras: mediante una entrevista estructurada al docente del curso mecanismos, cuestionario de preguntas y la aplicación de una encuesta a los estudiantes matriculados en el período I del 2011 en el curso mecanismos.

Las fuentes secundarias fueron libros especializados en aprendizaje significativo, didácticas contemporáneas, transporte de materias primas en la industria y consulta en Internet.

El estudio se desarrolló en tres etapas; la primera, es la recolección de la información; la segunda, interpretación de resultados y la tercera, es la estructuración de la propuesta. En la recolección de la información se procesaron las fuentes primarias y secundarias a través de lecturas especializadas para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

La interpretación de resultados comprendió el análisis de la situación actual del cómo se imparte el curso mecanismos, identificación de dispositivos necesarios para el kit y la identificación de elementos necesarios para la elaboración del manual didáctico. El resultado final de la investigación fue: un manual didáctico como instrumento para el aprendizaje significativo de la temática capacidad de máquina, y un prototipo de elevador de cangilones en el cual se simulan problemas o ejercicios reales de transporte de materias primas que mediante la alteración de las variables determine la capacidad de máquina en cada una de las aplicaciones formuladas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La investigación dio como resultado la solución a una problemática identificada en el curso Mecanismos del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Pasto, en el cual los conocimientos impartidos por el docente en la temática capacidad de máquina eran asimilados parcialmente por los estudiantes, debido a la falta de herramientas didácticas que posibilitarían las prácticas; con la implementación del manual didáctico y el elevador de cangilones como kit didáctico se subsanó la problemática.

El primer objetivo planteaba el diseño del elevador de cangilones como kit didáctico, donde el investigador debía solucionar el problema de diseño y ampliar la perspectiva hacia el cómo hacer que el elevador de cangilones cumpliera su función didáctica generando aprendizaje significativo con la ayuda del manual didáctico; para esto se desarrolló un elevador de cangilones considerando cuatro aspectos claves de diseño: el primero orientado hacia el control de la velocidad del elevador mediante un reductor de velocidad mecánico de 1/40, el cual con la ayuda de un variador de velocidad electrónico, controlara de manera significativa el transporte del material. Esta modificación permitió al estudiante comprender cómo la velocidad afecta la capacidad de máquina del elevador.

El segundo aspecto, consideraba el retirar fácilmente los cangilones del elevador para que los estudiantes entendieran cómo el número de cangilones y la distancia entre ellos, afectaba la capacidad de máquina del elevador.

El tercer aspecto, consideraba la forma de los cangilones. De tal manera que su forma sencilla permitiera calcular el volumen del mismo utilizando cálculos geométricos y elementos de medición tradicionales como flexómetros o calibradores pie de rey.

El cuarto aspecto consideraba un dispositivo seguro, portátil, liviano, de fácil manejo y económico. De la misma manera, el dispositivo no debía tener gran cantidad de accesorios para evitar la pérdida de los mismos; por tal motivo el elevador estaba acompañado de una báscula electrónica, un tacómetro, un calibrador pie de rey, un flexómetro y un beakers de 1000cm³.

El diseño propuesto, cumplió las expectativas del docente y los estudiantes, quienes lo validaron como herramienta útil, fácil de manejar y didáctica para afianzar los conocimientos relacionados con el cálculo de la capacidad de máquina de los elevadores de cangilones.

El desarrollo del segundo objetivo, motivó el análisis de materiales óptimos para la construcción del elevador y mediante cálculos de resistencia de materiales se identificaron diámetros de ejes, volúmenes y velocidades requeridas, minimizando el riesgo de daño colateral debido a los supuestos que los investigadores realizaron en los diseños propuestos, esto implicó un trabajo adicional mediante la verificación de actividades realizadas por el operario en los procesos de soldadura, pernado o doblando las piezas a construir.

Antes de efectuar una experiencia de diseño y construcción es necesario documentarse adecuadamente respecto a diseños existentes de la misma maquinaria, o parecida a la propuesta; para el investigador fue fundamental observar diferentes tipos de máquinas lo que incentivó la creatividad y propició la solución de problemas en cuanto a diseño y construcción. De la misma manera, los planos de diseño y dibujos extraídos de la literatura permitieron explicar de forma más creativa a los operarios, la construcción de las piezas y los procedimientos de maquinado.

En el momento de la construcción es preciso identificar claramente el proceso de fabricación de las piezas, mediante un listado de actividades que incluye, la compra del material, la cuantificación de los mismos, la forma en que se realizaba la actividad de corte, perforación, pulido y soldado, siguiendo una secuencia lógica que permita realizar el trabajo en el menor tiempo posible, procurando desperdiciar lo menor posible el material.

El tercer objetivo, planteaba la elaboración de un manual didáctico que con la ayuda del kit facilitará el proceso de aprendizaje significativo de la temática capacidad de máquina, para lo cual se propuso la estructuración del manual considerando tres aspectos claves de la enseñanza-aprendizaje relacionados con el saber que, saber hacer y el saber ser. Estos tres aspectos se complementan con seis actividades enfocadas a facilitar el proceso de aprendizaje significativo como son: verificación de conocimientos previos, exposición magistral, práctica, literatura especializada, problema de contexto y reflexión crítica.

Las tres primeras actividades estaban relacionadas con la docencia, donde se verificaba si los estudiantes podían hacer conexiones de los conocimientos previos adquiridos con los nuevos por aprender y así facilitar el aprendizaje significativo; de no ser posible esta conexión, el docente explicaba los nuevos conceptos, teorías y postulados, mediante la exposición magistral de manera que pudieran ser asimilados por el estudiante, utilizando estrategias como: los objetivos, discusiones guiadas, discursos, ilustraciones, gráficas, analogías, mapas conceptuales y cuadros C-Q-A. La verificación de la asimilación de conocimiento se realizaba mediante preguntas intercaladas.

El manual didáctico motiva en el estudiante ser sujeto activo de su aprendizaje, ya que propicia el planteamiento de problemas de contextos reales que pretende solucionar y apoyado en el elevador de cangilones y literatura

especializada de consulta, realiza prácticas de simulación, construcciones conceptuales y cuadros C-Q-A, los cuales impactan las estructuras mentales de los estudiantes propiciando aprendizajes significativos. Esta situación fue comprobada en la exposición que realizaron los estudiantes mediante el dominio conceptual, la organización de la información y la reflexión crítica en la cual los estudiantes expresaban como les afectó el conocimiento adquirido y certificaban si habían alcanzado aprendizajes significativos. El cuarto objetivo, evaluó el desempeño del kit didáctico mediante la puesta en funcionamiento del elevador de cangilones en la práctica realizada por el docente y las simulaciones realizadas con los problemas de contexto planteados por los estudiantes. En ellas se verificó que el kit didáctico, cumplía con las condiciones necesarias para generar procesos de aprendizaje significativo, ratificándose en los resultados de la prueba comparativa, la entrevista al docente del curso y las encuestas aplicadas a los estudiantes especialmente en las preguntas nueve y diez.

El docente entrevistado, validó el kit didáctico como una herramienta útil en su cátedra; ratificando el cambio que tuvo su clase, la dinámica y el buen ambiente por parte de los estudiantes en el desarrollo de las prácticas, exposiciones y reflexión crítica del conocimiento asimilado.

Se recomienda que la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Pasto, incentive el desarrollo de experiencias investigativas propiciando el desarrollo de nuevos kit didácticos en diferentes espacios académicos como son: ciencia de los materiales, diseño de plantas, planificación de la producción, entre otros; ya que se comprobó en el estudio realizado, que los estudiantes comprenden muy bien lo teórico con una aplicación práctica, de manera que el aprendizaje es efectivo y duradero.

El docente del Curso Mecanismos, debe incorporar nuevas actividades relacionadas con la utilización del kit didáctico, motivando en los estudiantes, el desarrollo de nuevos problemas de contexto, en pro de soluciones reales hacia la generación de valor agregado para los productos de la región.

Se recomienda al docente del Curso Mecanismos, utilizar el kit para hacer simulaciones en el transporte de diferentes productos agrícolas de la región de manera que se los pueda escalar generando caracterizaciones, fichas técnicas y estudios sectoriales de la región.

Se recomienda actualizar continuamente el manual didáctico e incorporar nuevas temáticas de estudio, realizando mejoras en la literatura especializada, las prácticas y los problemas de contexto.

Se recomienda a la Facultad de Ingeniería, realizar capacitaciones a los docentes y estudiantes en la elaboración de mapas conceptuales, redes conceptuales, cuadros C-Q-A, estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Se recomienda seguir aplicando periódicamente la encuesta elaborada para la validación del kit didáctico a los estudiantes que cursen la materia mecanismos, para llevar un registro sobre el desempeño del kit. Se recomienda además, realizar nuevos diseños de cangilones para el elevador de cangilones, con el propósito de analizar cómo influye la geometría del cangilón en el transporte de diferentes materias primas.

Se recomienda realizar capacitación a docentes y estudiantes en el manejo de dispositivos como tacómetro, calibrador pie de rey y balanza electrónica. Los estudiantes de la Facultad deben leer el manual de funcionamiento y seguridad antes de colocar en funcionamiento el elevador, de esta manera se pueden evitar posibles accidentes en las prácticas que se realizan con el kit didáctico.

Se recomienda programar la realización de mantenimiento preventivo para evitar inconvenientes en el momento de operación del elevador de cangilones.

BIBLIOGRAFÍA

DÍAZ-BARRIGA, F. y HERNÁNDEZ, G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. México: McGRAW-HILL.

DE ZUBIRIA, M. (2005). Enfoques pedagógicos y didácticas contemporáneas. Bogotá: Publicación Fundación internacional de pedagogía conceptual.

MIRAVETE, A. y LARRODE, E. (2007). Elevadores Principios e Innovaciones. Barcelona: Reverte.

SHIGLEY, J y UICKER, J. (2001). Teoría de maquinas y mecanismos. México: McGRAW-HILL.

UNIVERSITY OF NARIÑO
FACULTY OF EDUCATION
MÁSTER IN UNIVERSITY TEACHING
ANALYTICAL SUMMARY OF THE STUDY
R.A.E.

CODE: 98.378.028

ACADEMIC PROGRAM: Master in University Teaching

AUTHOR: Gustavo Adolfo Narváez De La Rosa.

ADVISER: Mg. Ivan Darío Bastidas

TOPIC: Didactic kit for the meaningful learning about the topic related to the machine capacity in the Industrial Engineering “mechanism” course of the Cooperative University of Colombia, Pasto branch

RESEARCH AREA: Qualitative improvement on Top Education

RESEARCH FIELD: Pedagogy and Didactics

KEY WORDS: Meaningful learning, machine capacity, Didactic kit and mechanisms.

DESCRIPTION: Research report where the autor proposes the way for solving a problem established in the Engenieering School program of the Cooperative University of Colombia, Pasto. It was identified the rack of apropiate senarias to perform and develop competences about the “mechanisms” course, mainly on the machine capacity topic.

This research became as solving alternative that through the help of an elevator of buckets that as a didactic kit led by a user manual, eased the meaningful learning about the topic related to the machine capacity. The fourth purpose of the research tested the didactic kit performance by means of the elevator of buckets operation in the practice carried out by the teacher and simulations achieved with the context problems presented by the students.

In such activities, it was verified that this kit possessed the requirements needed for the learning progress making, to generate meaningful learning processes, this was proved through the comparative test results, the interview performed by the teacher who oriented the course as well as the applied interviews taken by the students mainly on questions 9 and 10

CONTENTS: This research was structured in this way: analytical summary of the study, introduction, title, research problem, objectives, reference framework, methodological aspects, result analysis, conclusions, recommendations, biographies and anexes: The researcher described the problem and stated its solution through the objectives achievement, based on a well known theory framework that with a methodological structure evaluated the results and thus it validated the research. The reference framework was comprised by the antecedents , theoretical ,conceptual, contextual and legal framework , contextual Where the theoretical fundamentation was backed up by the studies developed by David P. Ausubel, Díaz Barriga, Coll, Pozo, Sarabia, Valls, Martínez, Mallart, Euler, Shigley and Uicker, referents of the meaningful learning, didactics, strategies for the teaching and learning and theories about mechanisms. The methodological aspects went through the the scientific processes needed in the result analysis as well as the later validation. The research results were stated based on a logic order which, with the objectives achievement, allows the main objective accomplishment.

This document was structured to let the readers know how the main objective was obtained. Every specific objective was regarded as a document chapter which presented the elevator design as well as its application as a didactic kit.

The user manual will facilitate the meaningful learning of the topic “Machine capacity in the mechanisms course” and finally the it was tested the elevator of buckets. The final result verified the achievement of the stated objectives and validated the proposal for solving the stated problem.

It was ratified when the teacher and the students through the gathering information tool (comparative test with the questionnaire, interview structured to the teacher and the perception survey of the kit)

METHODOLOGY: This research comes under the quantitative paradigm and the same time it is descriptive, applied and propositive. The people sample was taken from a 6 students group registered for the Mechanisms course during the first term (2011) as well as the teacher in charge of the course. The direct technique used was the observation in the industrial processes. The information gathering was performed in three ways: Through an interview dealt with the teacher leading the course; question – test application and the interview provided to the students registered by this course term.. The secondary sources were taken from specialised books and modern didactics, transportation of raw material in the industry as well as internet sources. The study was developed in 3 stages: First, information gathering, second result interpretation and third Proposal structuralization.

In the information gathering stage were processed the primary and secondary sources and It was carried out the reading on specialized texts according to what was proposed in the main objectives.

The result interpretation was comprised by the analysis of the teaching style given with the mechanisms course, devices required for the kit and the sources to create the user manual. The final research result was : user's manual that led to generate the meaningful learning of the topic "Machine capacity" and the prototype whereby problems and real exercises are achieved such as the transportation of raw material, through variations will be identified the machine capacity in those contexts.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The research development provided as a result the key for solving the identified problem shown in the "Mechanisms course", given in the Industrial engineering program Cooperative University of Colombia, Pasto branch.

The teacher guidance was not appropriately assimilated by the learners due to the lack of didactic tools which would have facilitated these practices; later improvements like this kit implementation favored this task.

The first objective was set with the bucket elevator as a didactic tool, it faced the researcher not only with the problem solution of the design but increased the perspective against how to get this mechanism used as a didactic tool and thus to produce a meaningful learning with the user's manual. This device was supposed to be completed by accesories that would help the topic comprehension machine capacity with the bucket elevator. For this purpose, it was designed a bucket elevator considering four key aspects involved in the design: First, a mechanism that allowed to control the speed (a mechanical speed reducer 1/40) which helped with another device controlled the material transportation. This variation let students understand how speed reflected on the machine capacity.

The second aspect was to take some buckets off the elevator in order that students understand that the number of buckets and the distance among them affect the machine capacity

The third aspect established that the buckets have a simple geometric form to understand how to calculate the volume by using geometric calculations with measuring tools such as measuring tape and calibrators

The fourth aspect regarded this device as a simple, safe, portable, light, easy – Handy and cheap. Such device didn't have to have lots of accessories in order to avoid their losses, so the elevator was accompanied by an electronic scale and tachymeter and a calliper scale.

The design came up to the teacher and student expectations who validated it as useful tool, easy for being handled and at the same time didactic to reinforce the knowledge related with the capacity calculus of the machine "Elevator of buckets".

The development of the second objective motivated the analysis of good material for the elevator construction, furthermore it was identified the axes diameter, volumes and required speeds, by so doing It was decreased the damages coming from the researcher's suppositions that were anticipated from the previous designs, it all implied additional verification processes performed by the ones involved in activities like welding and pieces folding

Before starting to deal with the design experience and its construction it is necessary to get familiar with information related to previous designs. For the researcher was useful to observe several kinds of machines in order to motivate the creativity and it ended up helping to solve the problems of construction and design.

Besides this information also contributed to the making of the machine pieces.

At the construction time, it was necessary to identify the process of the pieces making through a list of activities that included the material acquisition, number of pieces, the way of performing the activity, perforation, polished and the welding, of course following a sequence that allow to fulfill the activity as shorter as possible, avoiding to waste material.

The third objective established the making of didactic manual that with the help of the kit will facilitate the process of the meaningful learning of the topic related to the machine capacity and for that reason it was proposed the making of this manual regarding three key aspects related to teaching – learning seen as knowing by doing and knowing being and know what to know. Such aspects are complemented with activities focused on facilitating the meaningful learning like: previous knowledge verification, lecturing, practice, specialized Reading and critic reflection

The first activities are relating to the teaching wherein it was verified that if students were able to achieve connections of the previous knowledge acquired with the new one for being learnt and thus facilitate the meaningful learning, on contrast, though if it wouldn't have been performed, the teacher was due to explain the new concepts through a lecturing session and by so doing the students were able to comprehend them.

The strategies were: guided discussions, speeches, graphics, analogies and conceptual maps square types C-Q-A. The verification process was performed with random questions

The didactic manual motivates students to be an active mean for their learning, since it enhances the problem setting of real contexts that wants their solving.

The elevator of buckets and specialized Literature of consultation, allow simulation practices furthermore it intervenes in conceptual constructions as well as square C-Q-A, which catch mental structures of the students, thus it produces meaningful learnings

This situation was proved in the lecture accomplished by the students by means of their conceptual dominium, the structuralization of the information and the critical reflection wherein students expressed how the aquired knowledge affected and they certified that they have reached a meaningful learning.

The fourth objective, evaluated the performance of the didactic kit by means of the operation of the elevator of buckets in the practice led by the teacher as well as the simulations made with the problems of context created by the students.

In such practices it was verified that the didactic kit, fulfilled the necessary conditions to generate processes in the meaningful learning; this was ratified in the comparative test results and the interview achieved by the course teacher as well as the surveys applied to the students specially in questions nine and ten.

The teacher through the survey carried out by the researcher validated the kit didactic as a useful tool in his monitored session; the teacher admitted the turn over that his class experienced, changes produced in the dynamic and good environment on behalf students on the development of the practices, lectures and critical reflection about the assimilated knowledge.

It is recommended to the Engeniering School of the Cooperative University of Colombia to stimulate the research experience development by providing different kits in several academic spaces as students already know the theoretical part and its application and by so doing transforming the knowledge into

something that will keep on being used during the time. The teacher in charge of the mechanisms course must incorporate new activities related to the kit usage, motivating in this way students to the development of new problems in different contexts, everything leading to real solutions towards the generation of products in the region.

It is recommended to the teacher in charge of the mechanisms course to use the kit for fulfilling simulations in the transportation of different farm products of the region, in a way that they can be characterized through list of credits and sectorial studies in the region.

It is advisable to frequently utilize the manual as well as to incorporate new topics of study, performing improvements in the specialized reading and the practices in the context.

It is recommended to this school to achieve training courses for the teachers and students in the making of conceptual maps, conceptual nets, C-Q-A, charts, strategies for the teaching and learning.

It is also advisable for the Engineering School to keep on applying the survey used in the kit validation to the students taking the mechanisms course in order to register the kit performance

It is recommended to the University to achieve new bucket designs for the elevator of buckets in order to identify the influence of the geometric form in the transportation of different raw materials.

It is also advisable to carried out training courses which can be taken both by teachers and students in order that they can get familiar with the manual about the devices handling such as tachymeter, electronic scale and the calliper scale.

The school students must read the operation manual and the safety measures before they start to run this device, thus eventual accidents can be avoided during the practices performed with the didactic kit.

It is recommended to the Engineering School to establish the preventive maintenance of the device in order not to produce inconvenients during the operation of the elevator of buckets.

BIBLIOGRAPHY

DÍAZ-BARRIGA, F. y HERNÁNDEZ, G. (2002). Teacher strategies for a meaningful learning. México: McGRAW-HILL.

DE ZUBIRIA, M. (2005). Pedagogic approaches and modern didactics. Publication. International Conceptual Pedagogy Foundation.

MIRAVETE, A. y LARRODE, E. (2007). Elevators, principles and Innovations . Barcelona: Reverte.

SHIGLEY, J y UICKER, J. (2001). Machine theories and mechanisms. México: McGRAW-HILL.

1. INTRODUCCIÓN

El Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Pasto, viene adelantando un seguimiento respecto a su desempeño en las pruebas Saber PRO; evidencias iniciales indican la existencia de niveles bajos de asimilación de conocimientos relacionados con el curso mecanismos y cuyas temáticas impartidas son: cinemática de partículas, dinámica de partículas, mecanismos transmisores y capacidad de máquina.

El plan de estudios del Programa lo conforman cinco áreas definidas así: Ciencias Básicas, Ciencias Básicas de la Ingeniería, Ingeniería Aplicada, Formación Complementaria e Institucional. El Curso Mecanismos hace parte del área Ingeniería Aplicada, la cual desarrolla competencias relacionadas con sistemas de producción especialmente en diseño de procesos productivos (selección de maquinaria y equipo), adecuación tecnológica a sistemas productivos, métodos de trabajo, estándares de tiempo, planeación, programación y control de la producción, control de calidad, sistemas de mantenimiento y confiabilidad.

El área de Ingeniería Aplicada tiene el mayor peso porcentual del plan de estudios convirtiéndose en columna vertebral de formación del Ingeniero Industrial; como su nombre lo indica, la formación en el área implica que el programa académico cuente con laboratorios especializados para que los estudiantes realicen prácticas, desafortunadamente el número de laboratorios es limitado y no abarcan la totalidad de cursos que la conforman; debilidad que propicia niveles de competencia aceptables e inferiores verificables en las pruebas Saber PRO, las cuales ubican al programa académico en el puesto 25 sobre un total de 50 universidades del país.

Realizando un análisis minucioso al microcurrículo del Curso Mecanismos, se puede afirmar que cumple con las condiciones de calidad. La estructura propuesta contiene las temáticas requeridas y pertinentes para alcanzar las competencias de acuerdo a comparaciones realizadas con microcurrículos de otras universidades prestigiosas del país y el mundo como la Universidad Autónoma de México, Universidad Nacional de Colombia y Universidad del Valle. De la misma manera se realizó una comparación con libros de autores reconocidos, concordando las temáticas plasmadas con las propuestas en el microcurrículo.

Un sondeo realizado a estudiantes de noveno y décimo semestre que presentaron las pruebas, afirmaron que muchas de las preguntas formuladas hacían parte de las temáticas impartidas en el curso mecanismos; las recordaban, pero no estaban seguros de la respuesta correcta. Esto confirma que la formación en el curso responde a las exigencias de las Pruebas Saber PRO, pero no se genera un aprendizaje significativo de los conocimientos impartidos por el docente.

Si las temáticas contenidas en el curso son pertinentes y responden a las exigencias de las Pruebas Saber PRO, es necesario analizar la responsabilidad del docente y los estudiantes en el proceso enseñanza aprendizaje. El profesor con siete años de experiencia docente impartiendo el curso, es reconocido en el medio como profesional destacado, campo en el cual ha implementado gran cantidad de máquinas y mecanismos en procesos de transformación de materias primas. Aparte la idoneidad del docente y enfocándose en la pedagogía, didáctica y estrategias de enseñanzas puestas en práctica por él, los estudiantes manifestaron que eran buenas, entendían gran parte de las temáticas explicitadas, pero era necesario realizar prácticas que refuercen la asimilación del conocimiento.

Entendiendo la importancia de las prácticas y su incidencia positiva en la adquisición de competencias, el programa académico no cuenta con escenarios adecuados para desarrollar competencias relacionadas con el diseño de procesos y adecuación tecnológica de sistemas productivos, de igual manera se necesita una mayor fundamentación teórica y práctica explicitada en los temas mecanismos transmisores y capacidad de máquina. En el sondeo realizado a los estudiantes del programa académico, se percibió que los conocimientos impartidos por el docente, especialmente en la temática capacidad de máquina, no eran asimilados totalmente por los estudiantes, ya que el docente explicaba los conceptos sin llevarlos a escenarios prácticos, debido a que la institución adolece de escenarios apropiados para impartir la temática.

Los estudiantes manifestaron su motivación por el curso considerándolo importante en su formación profesional; no obstante eran conscientes de su deficiencia en la asimilación de conocimientos en la temática, adjudicándole la responsabilidad a la falta de práctica. En consecuencia, la no asimilación de conceptos fundamentales, pone a los estudiantes del programa en desventaja frente al mundo académico y laboral, sin posibilidad de argumentar, interpretar y proponer soluciones a problemas del campo en la cotidianeidad profesional.

Identificada la problemática en la falta de escenarios de prácticas para impartir y desarrollar las competencias en Diseño de Procesos y Adecuación Tecnológica de Sistemas Productivos, surge la necesidad de fortalecer la fundamentación teórica y práctica explicitada en las temáticas Mecanismos Transmisores y Capacidad de Máquina. La investigación constituyó una alternativa de solución a dicha problemática, con la elaboración de un elevador de cangilones como kit didáctico que mediante la utilización de un manual didáctico, facilite el aprendizaje significativo de la temática capacidad de maquina en el Curso Mecanismos.

Como propuesta de solución al problema, el investigador planteó como objetivo principal elaborar un elevador de cangilones como medio didáctico para facilitar el proceso de aprendizaje significativo de la temática capacidad de máquina en el curso mecanismos del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Pasto, y sus respectivos objetivos específicos a saber:

- Diseñar un elevador de cangilones para adaptarlo a un kit didáctico que facilite el proceso de aprendizaje significativo de la temática capacidad de máquina en el Curso Mecanismos del programa de Ingeniería Industrial.
- Construir un elevador de cangilones para adaptarlo a un kit didáctico que facilite el proceso de aprendizaje significativo de la temática capacidad de máquina en el Curso Mecanismos del programa de Ingeniería Industrial.
- Estructurar un manual didáctico que con la ayuda del kit facilite el proceso de aprendizaje significativo de la temática capacidad de máquina en el curso mecanismos del programa de Ingeniería Industrial.
- Evaluar el elevador de cangilones como kit didáctico que facilite el proceso de aprendizaje significativo de la temática capacidad de máquina en el Curso Mecanismos del programa de Ingeniería Industrial.

Actualmente el estudio de los mecanismos en el Programa de Ingeniería Industrial, está enfocado hacia la enseñanza de conceptos que el docente retoma de libros guías desarrollados por autores reconocidos mundialmente; estos libros son estructurados de manera técnica, vislumbrando cálculos matemáticos, leyes físicas, software y simulaciones orientadas hacia el comportamiento de piezas en movimiento, con trayectorias, velocidades y

aceleraciones, plasmadas en dibujos y simbologías complicadas las cuales muestran parte del funcionamiento dejando a un lado la integralidad de la maquinaria, su dinámica y el papel que juegan en la proceso o contexto para el cual fueron diseñadas.

La importancia y aporte del presente estudio en la enseñanza y aprendizaje de los mecanismos, radica en la posibilidad que tienen docente y estudiantes de observar los conceptos técnicos, el comportamiento de las piezas en movimiento de manera holística, entendiendo la integralidad y el funcionamiento de una máquina en un contexto de transformación o transporte de materias primas y cómo en el transcurso del tiempo la velocidad de las piezas en movimiento realizan la labor para las cuales fueron diseñadas; otro aspecto importante es determinar en tiempo real cómo el intercambio de aditamentos y piezas incluidas en el Kit didáctico, afectan los cálculos, el comportamiento de la máquina y su incidencia en el proceso de transporte de las materias primas.

La importancia pedagógica del aprendizaje significativo en los procesos de enseñanza aprendizaje, son evidenciados cuando sus postulados se orientan consistentemente con el desarrollo de competencias en el saber ser, saber qué y el saber hacer. El aprendizaje significativo ubica el **saber ser** en los valores, actitudes, ética personal y profesional, orientados hacia el bien común, al desarrollo armónico de la persona y a la convivencia solidaria, de manera que incidan realmente en el comportamiento de los alumnos, en su capacidad de comprensión crítica de la realidad que los circunda, en el desarrollo de habilidades específicas para el dialogo, la cooperación y la tolerancia.

El **saber qué** ubica al docente y el estudiante en la fase declarativa, enseñando y asimilando, hechos, conceptos, principios, leyes y postulados. El **saber hacer** enfatizado en lo procedimental, el docente y el estudiante deben desarrollar procedimientos, estrategias, técnicas, destrezas, métodos, algoritmos, operaciones matemáticas, mapas conceptuales, manejo de instrumentos y máquinas; todo lo anterior enmarcado en la apropiación de datos relevantes respecto a la tarea puntual a desarrollar, sus propiedades, condiciones y reglas generales de aplicación.

En la fase procedimental, además interviene la actuación o ejecución del procedimiento, donde el estudiante procede por tanteo y error, mientras el docente corrige mediante episodios de práctica con retroalimentación; en la misma fase, se debe alcanzar la automatización del procedimiento, esto se logra con la ejecución continua y repetitiva de la tarea, demostrando facilidad, ajuste, unidad y ritmo continuo cuando se ejecuta la tarea.

Si se busca la asimilación de conocimientos de los estudiantes, es necesario que esos conocimientos llamen la atención del mismo, que lo motiven, que sean significativos para él; fue muy útil estudiar la temática capacidad de máquina, utilizando dispositivos que faciliten la comprensión de la estructura matemática de los ejercicios, visualizándolos en una práctica, en la cual el estudiante es un sujeto activo y constructor de su conocimiento. La labor del docente se facilita al contar con dispositivos que simulen la temática a explicar y de manera novedosa, permitir impartir su cátedra simulando problemáticas reales que el estudiante encontrará en la cotidianidad profesional. Actualmente, el Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Cooperativa de Colombia Pasto, adolece de un laboratorio donde se practiquen los conocimientos impartidos en el curso mecanismos, la imposibilidad de construir un escenario con estas características por su alto costo lo hace inviable para el Programa.

Anteriormente, la eventual solución era “construir el escenario”; hoy, teniendo en cuenta los presupuestos teóricos y metodológicos abordados en la Maestría en Docencia Universitaria y la intención del autor de poner en práctica lo referido anteriormente, se espera fomentar el redireccionamiento acerca de la manera de enseñar la ingeniería, buscando alternativas novedosas hacia una transformación didáctica en la forma en que se imparte la temática objeto de estudio.

El conocimiento y el estudio de pedagogías y didácticas contemporáneas han posibilitado el desarrollo de estrategias que estimulen la asimilación de conocimientos importantes en el quehacer del futuro Ingeniero Industrial. El elevador de cangilones adaptado a kit didáctico es una alternativa novedosa en la cual los estudiantes ponen en práctica conocimientos teóricos, simulan problemas reales y de manera crítica proponen soluciones.

La metodología propuesta, inscribe el presente trabajo en el paradigma cuantitativo en razón de la aplicación de una propuesta metodológica tendiente a desarrollar en los estudiantes procesos de aprendizajes significativos; es de tipo descriptiva, porque el objeto de estudio denominado kit didáctico para el aprendizaje significativo de la temática capacidad de maquina en el curso mecanismos del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Cooperativa de Colombia Pasto, no ha sido abordada explícitamente para este fin; en la revisión literaria, se encontró muy poca información al respecto y la existente, se relaciona con kit didácticos en otros contextos bajo otros enfoques de aplicación. De la misma manera es aplicada, porque la investigación desarrollo y aplico un dispositivo para propiciar el aprendizaje significativo de la temática objeto de estudio, posibilitando desarrollar el perfil profesional y ocupacional de los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial Pasto.

Es propositiva, porque el investigador propuso una estrategia didáctica y dispositivos específicos, para abordar la enseñanza del curso Mecanismos en el programa de Ingeniería Industrial Pasto, el cual es impartido por el docente utilizando la pedagogía tradicional. El estudio fue parte de la línea de investigación Pedagogía y Didáctica.

Se consideró como población de estudio la totalidad de los estudiantes inscritos al curso Mecanismos en el primer período del 2011 y el docente responsable del curso en la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Pasto.

El investigador recolectó la información, en primera instancia desde la observación del funcionamiento de elevadores de cangilones existentes en procesos industriales ubicados en el municipio de Pasto; con base en esta observación planteó una propuesta de diseño. Posteriormente, y con base en la literatura especializada investigada, se obtuvo ecuaciones y cálculos matemáticos que permitieron modelar las variables importantes de funcionamiento del elevador de cangilones. Para el diseño del elevador de cangilones se utilizó software de diseño asistido por computador con los programas Autocad Inventor, Mechanical Desktop 3 y Soliedge versión 14.

En la construcción del elevador de cangilones, se valoraron diferentes materiales a utilizar para cada uno de los elementos constitutivos del dispositivo, considerando la potencia requerida, la resistencia de materiales, la velocidad de transporte, la cantidad de material a transportar, las horas de utilización del dispositivo, las propiedades del material a transportar y la capacidad de la máquina por cuanto todas estas variables incidieron en el precio del dispositivo y los procesos de fabricación de los diferentes elementos del elevador.

Dadas las características concretas de cada elemento del elevador, se utilizaron materiales metálicos, plásticos, compuestos y accesorios necesarios para el funcionamiento, la transmisión de potencia y las instalaciones eléctricas; con sus respectivos manuales de funcionamiento, mantenimiento y seguridad industrial.

Como apoyo al diseño y construcción del elevador de cangilones, se estructuró un manual didáctico siguiendo los postulados del aprendizaje significativo, donde la fundamentación teórica fue soportada en los estudios realizados por David P. Ausubel, Díaz Barriga, Coll, Pozo, Sarabia, Valls, Martínez, Mallart, Euler, Shigley y Uicker; referentes al aprendizaje significativo, didáctica, estrategias de enseñanza-aprendizaje y teorías de mecanismos.

El resultado final de la investigación, centró su estudio en evaluar el comportamiento del kit didáctico, y mediante la ejecución de una prueba comparativa, validar el proceso de aprendizaje significativo. A su vez se realizó entrevista estructurada al docente del curso y se aplicó una encuesta de sondeo y percepción a los estudiantes que cursaron la asignatura; seguido a ello, se verificaron los resultados del cuestionario, siguiendo la pedagogía tradicional para luego confrontarlos con las encuestas aplicadas después de utilizar el kit didáctico.

El estudio se desarrolló en tres etapas: recolección de la información, interpretación de resultados y estructuración de la propuesta.

En la recolección de la información se procesaron las fuentes primarias y secundarias dentro de las cuales se concibió la realización de la investigación, con el fin de definir claramente el conjunto de factores bajo los cuales se enmarcó el objeto de estudio.

La interpretación de resultados comprendió analizar el cómo se imparte el curso mecanismos en la Universidad, identificando elementos faltantes en el proceso de enseñanza aprendizaje, posteriormente se desarrollaron los dispositivos requeridos para propiciar aprendizajes significativos en los estudiantes del curso y facilitar con la ayuda del manual didáctico, la comprensión de los conceptos.

El resultado final de la investigación fue la presentación de un documento escrito cuyo cuerpo contenía la introducción, donde se describía el problema, se planteaban los objetivos y se justificaba la investigación. El segundo capítulo era la fundamentación teórica, enmarcada en los postulados del aprendizaje significativo y dispositivos mecánicos de transporte de materias primas, como tercer capítulo estaba el análisis de resultados, en el cual se discriminaban y detallaban cada uno de los objetivos específicos. Por último se plantearon las conclusiones, recomendaciones y la bibliografía.

De la misma manera, la investigación entregó como resultados el manual didáctico con aplicaciones encaminadas a generar aprendizaje significativo de la temática capacidad de máquina y un prototipo de elevador de cangilones en el cual se simulan problemas o ejercicios reales de transporte de materias primas y mediante la alteración de las variables se determinara la capacidad de máquina en cada una de las aplicaciones formuladas.

La investigación a través del desarrollo de los objetivos específicos y el análisis de la información obtenida en el esquema metodológico, validó la investigación, demostrando que el kit didáctico propuesto por el investigador; generó aprendizaje significativo en los estudiantes que cursaron la materia “mecanismos” objeto de estudio, en el primer periodo del 2011.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES

Los kit didácticos educativos, son utilizados por los docentes desde hace tiempo atrás en la enseñanza de cursos, especialmente en áreas relacionadas con la física y química, cuya función principal era recrear teorías propuestas por reconocidos científicos en dispositivos que comprobaban sus postulados; algunos un poco más especializados se desarrollaron para las ingenierías, cuyo punto neurálgico era medir y verificar las propiedades mecánicas de los materiales.

Dichas propiedades mecánicas son determinadas por pruebas estandarizadas delineadas por la American Society of Testing Materials (ASTM). El conocimiento de estas propiedades permitía al diseñador determinar el tamaño, forma y método para la fabricación de la estructura y de los elementos de una maquina.

Algunos dispositivos que miden estas propiedades son vendidos en forma de Kit didáctico, los cuales contienen el manual de funcionamiento de los dispositivos y un numero de ejemplos guías para la obtención de las diferentes propiedades; los más conocidos son: la maquina universal de ensayos, máquina para prueba de impacto Izod, máquina para la prueba de dureza Brinell, Rockwell y Vickers. Existen empresas reconocidas mundialmente con amplios portafolios de equipos y software para la enseñanza, capacitación y entretenimiento, en áreas de ingeniería, ciencias básicas, ciencias de la salud y laboratorios multimedia; algunas de ellas son: LUCAS-NÜLLE, Gunt, PHYWE, 3B Scientific, h-tec, INGENATIC, Minipa, DesignSoft y Roycan.

Roycan, ofrece una revolucionaria tecnología basada en hardware y software, diseñada para optimizar las aulas de informática, convirtiéndolas en espacios pedagógicos polivalentes, capaz de transmitir recursos de audio y video a través de una única red informática en tiempo real; el profesor puede comunicarse con sus estudiantes, enviarles recursos audiovisuales analógicos y digitales, controlar y supervisar sus tareas desde su puesto y administrar el aula mediante una interfaz en su monitor.

INGENATIC, es una empresa alemana pionera en el desarrollo de e-learning para entretenimiento técnico en las ingenierías, comercializa productos en áreas como: electrónica, ingeniería eléctrica, automatización, componentes del automóvil, tecnologías de la información y las telecomunicaciones.

Design Soft, desarrolla software educativo y de ingenierías de alta tecnología, en su portafolio se encuentran productos en electrónica, física, diseño arquitectónico, multimedia y grafica en 3D. Uno de sus productos es el laboratorio multimedia para la exploración de mecanismos "NEWTON", el cual es un ambiente de aprendizaje de mecanismos y sistemas mecánicos, operados por OpenGL en 3D.

La empresa **h-tec**, suministra modelos demostrativos sobre fuentes de energía alternativa como la tecnología de células de combustible, fuentes de energía portables, móviles y renovables. **LUCAS- NÜLLE**, empresa alemana líder mundial en el desarrollo, construcción y producción de sistemas de enseñanza en energía eléctrica, electrónica, electrotecnia, telecomunicaciones, automatización y técnicas del automóvil, utiliza tecnología de punta, completamente portátil, que permite combinar la realidad con la practica; todos los sistemas de enseñanza son modulares lo cual permite complementar su estructura con avances técnicos futuros.

PHYWE, es una empresa alemana con un siglo de experiencia en el desarrollo, suministro y fabricación de sistemas, equipos y experimentos en el área de la física, química y biología; ofrece sistemas modulares, sistemas didácticos completos de ensayos en el área de la física, química, biología y técnica; sistemas de adquisición de datos por PC para experimentos en tiempo real y literatura para ensayos por tema.

Gunt, desarrolla, produce y comercializa equipos que se utilizan en la formación técnica y profesional en ingenierías, su oferta abarca más de 1000 equipos incluyendo accesorios en áreas como: la mecánica aplicada, ensayo de materiales, mecatrónica, termodinámica, instalaciones domesticas, mecánica de fluidos, control de procesos e hidrológica.

La empresa **3B Scientific**, es el fabricante alemán más destacado del mundo en la producción de equipos para la enseñanza de anatomía, medicina y biología; la línea de producción incluye: esqueletos, torsos, modelos de órganos humanos, brazos para la practica en insectología, maniquís para el cuidado de pacientes y simuladores médicos, modelos biológicos, químicos y físicos, laminas de anatomía, biología y educacionales, microscopia, software especializado para anatomía, musculatura, hispopatología y sistema nervioso.

Minipa, es una empresa que ofrece soluciones en instrumentos de medición, como: multímetros digitales, análogos, automotrices y bancos de trabajo, osciloscopios, generadores de funciones, fuentes de alimentación, analizadores de espectro, medidores de humedad, entre otros.

Realizada la búsqueda hacia los kit didácticos para el curso mecanismos, especialmente en la temática capacidad de maquina; no se encontró información relacionada o parecida a la propuesta que se expone en el presente

trabajo; la poca información pertinente encontrada desvió la búsqueda hacia las universidades del mundo y como en ellas se impartían los conocimientos relacionados con el curso mecanismos, de la misma manera identificar si en ellas se tenían kit didácticos para la enseñanza en la temática objeto de estudio.

La información al respecto nos ubico en el plano internacional con el ranking de las mejores universidades del mundo, en las que se encuentran: Massachussets Institute of Technology, Harvard University, Stanford University, University of California Berkeley y Cambridge.

En el mismo ranking mundial, aparecía un top Latino cuyos cinco primeros lugares los encabezan las Universidades: Nacional Autónoma de México, la de Sao Paulo, Estatal de Campinas, la de Chile y la Federal de Rio de Janeiro. Las cinco primeras Universidades Colombianas en el ranking eran: la Nacional, la de Antioquia, la de los Andes, la del Valle y la Javeriana.

En cada una de las universidades anteriores, se imparte el curso mecanismos, en muchas de ellas se notaba en sus planes de estudio y contenidos programáticos, innovaciones pedagógicas y didácticas que posibilitaban el aprendizaje significativo, pero en ninguna de ellas se especifica un kit didáctico para la enseñanza de la temática capacidad de máquina.

Es de suma importancia resaltar que todas ellas poseen laboratorios especializados en donde sus estudiantes practican los conocimientos teóricos impartidos en los salones de clase; una muestra de esta situación se observa en el Massachussets Institute of Technology, el cual posee cuarenta y cuatro (44) laboratorios, en los cuales se imparte cátedra y se realizan investigaciones desde energía nuclear hasta nanotecnología.

En el contexto regional existen cuatro universidades donde se imparte el Curso Mecanismos las cuales son: Universidad de Nariño, Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, Antonio Nariño y Cooperativa de Colombia; la gran mayoría no cuentan con la infraestructura que poseen las arriba mencionadas y en varias de ellas los docentes con sus estudiantes han hecho algunos acercamientos con el desarrollo de maquetas rudimentarias que explican pocos conceptos y sin una didáctica bien definida.

El presente trabajo de investigación, se diferencia de la pedagogía tradicional, de las experiencias vividas en los laboratorios y de los equipos existentes en el mercado, ya que el kit didáctico para el aprendizaje de la temática capacidad de máquina, no propone el repaso de ejercicios descontextualizados e idealizados, no orienta la enseñanza mediante el desarrollo de guías de laboratorio o recetas de conocimiento y mucho menos manuales de manejo de equipos con ejercicios guías o simulaciones que orientan las practicas en la comprobación de postulados o leyes físicas.

Por el contrario el kit didáctico desarrollado se sustenta en una estrategia didáctica con base en los postulados del aprendizaje significativo definida para un dispositivo que enfrenta al estudiante a situaciones reales de transporte de materias primas, donde el intercambio de piezas ocasiona la alteración de las variables, posibilitando observar las variaciones y de manera critica proponer soluciones a los problemas planteados.

El aprendizaje significativo se realizó mediante vivencias reales contextualizadas que impactaron las estructuras mentales del estudiante ocasionando asombro y por ende generando aprendizaje significativo.

2.2 MARCO CONTEXTUAL

La investigación se desarrolló en la Universidad Cooperativa de Colombia Pasto; la cual imparte conocimiento y forma profesionales en las áreas de salud, ingenierías, derecho y las ciencias administrativas y contables; hace parte de una agremiación Nacional conformada por 23 sedes, cuyos ejes diferenciadores de formación son: la Economía Solidaria y los Criterios Políticos. Fundada en el año 1993 por el Doctor Cesar Pérez García en la ciudad de San Juan de Pasto, hace su emplazamiento en la dirección calle 18 No 47 – 150, sector de Torobajo y desde entonces se ha destacado como una de las mejores de la Región.

La Facultad de Ingeniería la conforman: el programa de Ingeniería de Sistemas y el programa de Ingeniería Industrial, donde se encuentra inscrito el curso mecanismos punto de partida y objeto de investigación. Los ejes temáticos que conforman el campo de los mecanismos son amplios y complejos, por tal razón se decidió abordar la temática capacidad de maquina como objeto de estudio.

Si se contextualiza en el plano mundial, la investigación se realizó en la República de Colombia, ubicada en la esquina noroccidente de América del Sur, sobre la línea ecuatorial, en plena zona tórrida. Por el Norte, Colombia llega hasta los 12°26'46" de latitud norte en el sitio denominado Punta Gallinas en la península de la Guajira, que a su vez, constituye el extremo septentrional del continente suramericano. Por el sur, el territorio llega hasta los 4°12'30" de latitud sur, en el sitio donde la quebrada San Antonio vierte sus aguas al caudaloso río Amazonas. El extremo Oriental se localiza a los 60°50'54" de longitud oeste de Greenwich, sobre la isla de San José en el río Negro (en Colombia denominado río Guainía), frente a la Piedra del Cocuy, límite común entre las repúblicas de Colombia, Brasil y Venezuela.

Por el Occidente llega hasta los 79°02'33" de longitud oeste de Greenwich, que corresponden al Cabo Manglares en la desembocadura del río Mira en el Océano Pacífico. El territorio Colombiano, también comprende el archipiélago de San Andrés, Providencia, San Bernardo, Rosario, Barú y Tierrabomba; las islas de Santa Catalina, Malpelo, Gorgona y Gorrionilla

Colombia tiene una población de 42'888.592 habitantes y una extensión terrestre de 1'141.748 Km² ocupando el cuarto lugar entre los países de Suramérica, el séptimo en América y el número 25 del mundo. Igualmente, Colombia cuenta con 2900 km de costas, de las cuales 1600km se encuentran en el mar caribe y los 1300 Km restantes en el Océano Pacífico. Además, su localización en la zona ecuatorial determina la existencia de una gran variedad de climas y ecosistemas. Debido a que la línea del ecuador atraviesa el país por el sur, toda Colombia queda en la zona tórrida o intertropical, región de bajas latitudes; lo que ocasiona que cuente con la misma iluminación solar todo el año, así como, los días y las noches cuenten con igual duración.

En el extremo suroeste del país, se encuentra el Departamento de Nariño, en la frontera con la República del Ecuador; localizado entre los 00° 31' 08" y 02° 41' 08" de latitud norte, y los 76° 51' 19" y los 79° 01' 34" de longitud oeste. La superficie es de 33.268 km² y limita por el Norte con el departamento del Cauca, por el Este con el departamento del Putumayo, por el Sur con la República del Ecuador y por el Oeste con el océano Pacífico. Presenta una economía tradicional, basada en el sector primario. Los cultivos de mayor importancia son la papa, maíz, trigo, café, frijol, cacao, plátano, caña panelera, palma africana. Otro sector de importancia es la ganadería y la pesca. El sector industrial tiene registradas 599 industrias y el comercial 4287 establecimientos; sobresale la pequeña industria manufacturera, las artesanías y la agroindustria con extracción de aceites y la industria harinera.

En la actividad minera se extrae: oro, plata, roca fosfórica, molibdeno, plomo, zinc, manganeso, arcillas, arenas, piedras, gravas y gravillas. Los municipios de mayor actividad comercial son Pasto, La Unión, Santa Barbará, Tumaco y Túquerres. El municipio de Pasto es la capital del Departamento de Nariño; fundada en 1539 por el capitán *Lorenzo de Aldana* en el sitio de Guacanquer. Fue trasladada el 24 de junio de 1540 a su actual ubicación por Pedro de Puelles, con el nombre de Villaviciosa o San Juan de Pasto. Título de "muy noble y muy leal" por real cédula de Felipe II, a 17 de junio de 1559. La Capital del Departamento de Nariño, posee una altura de 2.559 metros sobre el nivel del mar y una temperatura media de 14 grados centígrados. Con aproximadamente 400.000 habitantes, quienes en el sector urbano dependen del comercio, los servicios y la industria, destacándose el procesamiento de alimentos y las artesanías.

2.3 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.3.1 Ingeniería Industrial. Se puede hablar de Ingeniería desde el primer momento en que se dio forma a una piedra para convertirla en una herramienta, o cuando los primeros humanos usaron la energía de forma consciente al encender una hoguera; desde entonces, su evolución y la humanidad han ido a la par. Las primeras obras de ingeniería se desarrollaron por parte de los militares; denominados ingenieros militares, quienes construyeron caminos estratégicos con sus respectivos puentes, alcantarillados y agua potable para los fuertes. Más tarde cuando los municipios y los particulares comenzaron a requerir servicios de un ingeniero, éstos se llamaron civiles para diferenciarse de los militares. El punto de partida de la Ingeniería Industrial, surge del campo de la Ingeniería Mecánica; está relacionada de manera intrincada con las observaciones realizadas por un grupo de americanos que estuvieron en actividad en las últimas décadas del siglo XIX.

En la actualidad, aún permanece el impacto que tuvieron en la profesión personas como: Frederick W. Taylor, Frank y Lillian Gilbreth, Henry L Gantt y Henry Fayol entre otras.

El ingeniero mecánico **Frederick W. Taylor (1856 - 1915)**, considerado como el padre de la Ingeniería Industrial, realizó un estudio durante doce años analizando actividades que se desarrollaban en la acería Midvale Steel Works. Taylor, en 1888 formuló un concepto basado en la idea de la tarea y propuso, que la gerencia debería realizar un plan de trabajo para cada uno de sus empleados, en el cual detallara las actividades que deberían ejecutar los operarios, así como las herramientas a utilizar y el tiempo determinado para cada actividad.

Estos conceptos dieron origen a lo que se conoce como la fórmula de Taylor para máximo rendimiento, la cual consiste en lo siguiente: definir la tarea, definir el tiempo y definir el método. Estos principios fueron expuestos por Taylor en la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos, siendo reconocido por sus aportes. Taylor continuó su trabajo y antes de su muerte, realizó nuevos aportes entre los cuales se destacan las actividades que debería desarrollar la gerencia para asegurar una dirección efectiva; su propuesta se resume de la siguiente manera: se debe desarrollar un método para cada elemento de trabajo, hay que seleccionar y adiestrar rigurosamente a los operarios, establecer una relación armónica con sus asalariados y asumir la responsabilidad de las actividades que son de naturaleza gerencial.

Por su parte **Frank Gilbreth (1868 - 1924)**, se dedicó al estudio de los movimientos, analizándolos en detalle y cuyos postulados se emplean aún hoy en día. A la edad de 17 años comienza a trabajar como aprendiz de albañilería, examinando detenidamente las operaciones en la colocación de ladrillos.

Observó que existían por los menos tres métodos y el mejor de ellos requería 18 movimientos para ubicar un ladrillo en el puesto indicado.

Gilbreth analizó separadamente cada uno de ellos y determinó que 4 ó 5 movimientos eran suficientes para colocar un ladrillo. Estudios más complejos lograron optimizar procesos de 18 movimientos a solo dos; el resultado fue inmediato, se incrementó la velocidad de colocación de los ladrillos de 120 a 350 por hora.

Gilbreth analizó los movimientos que retardaban el trabajo y determinó la necesidad de un ayudante para realizar tareas definidas, de la misma manera desarrolló una plataforma de altura variable para eliminar las subidas y bajadas del albañil en busca de los ladrillos.

Estudios posteriores de Gilbreth y su esposa Lilliam, definieron técnicas las cuales podían determinar si un movimiento del operario era lento o rápido; el experimento se fundamentaba en la ubicación de luces eléctricas en diferentes partes del cuerpo de un operario el cual realizaba una determinada tarea asignada, seguidamente se tomaban fotografías que posteriormente eran analizadas. Si el operario en la fotografía describía una trayectoria de la luz corta se decía que el movimiento era lento, por el contrario si describía una trayectoria larga el movimiento era rápido; esta técnica se denominó cronociclograma. Los Gilbreth llegaron a determinar la existencia de 17 movimientos básicos (elementales) del hombre que resultaron de gran utilidad, entre otras cosas para determinar el método a emplear para realizar una tarea específica.

Henry Gantt (1861 – 1919), ingeniero estadounidense quien trabajo con Taylor para mejorar la productividad de las empresas, realizo aportes importantes al modificar esquemas de Taylor, relacionados con el castigo que se le proporcionaba al trabajador que no cumplía con las metas de producción estipuladas; Gantt propuso un sistema de incentivos a los operarios que cumplieran las metas y si las sobrepasaban se los premiaba con sueldos adicionales, este sistema incremento la productividad en mas del doble.

Gantt desarrolló una herramienta que permitía realizar una representación grafica del progreso de la tarea o actividad ejecutada por el obrero; el diagrama de Gantt permitía cruzar la variable tiempo con la operación o actividad a realizar, el tiempo estimado para cada actividad se representaba mediante la utilización de una línea horizontal cuyo extremo izquierdo determinaba el inicio de la actividad y el extremo derecho determinaba la finalización de la actividad.

En la actualidad el diagrama de Gantt es utilizado por toda persona que requiere planificar el desarrollo de un proyecto.

Henri Fayol (1841 - 1925). Es considerado como el padre de la teoría moderna de la administración operacional. Era Director General de uno de los más importantes complejos industriales, minero - metalúrgico francés; propuso un conjunto de actividades a realizar para una óptima administración de las empresas, entre las cuales están:

- Cuidar que la organización humana y material esté de conformidad con el objetivo, recursos y necesidades de la empresa.
- Establecer una autoridad única, competente, enérgica y que sirva de guía.
- Hay que armonizar las actividades y cuidar los esfuerzos.

- Prestar especial atención a la unidad de mando, define que la organización es una de las funciones directivas, independiente de la planificación, mando, coordinación y control, aunque este relacionada con el funcionamiento.

Analiza las responsabilidades del Director General y hace resaltar la importancia de que el mismo cuente con los servicios de un "Estado Mayor". El "Estado Mayor" es un grupo de hombres dotados de la energía, conocimientos y tiempo que el Director puede carecer. Dicho estado Mayor no tiene ningún nivel de autoridad y solo recibe órdenes del director general. Las operaciones empresariales las divide en seis grupos de prioridad así: técnicas (Producción), comerciales (compra, venta e intercambio), financieras, seguridad, contables, administrativas (planeación, organización, comando, coordinación y control).

Los aportes realizados por los anteriores investigadores, impulsaron la conformación de los llamados institutos o facultades de Ingeniería Industrial; en 1933, se titula el primer doctor en ingeniería industrial Ralph M. Barnes, quien realiza investigaciones en métodos tiempos y movimientos, en la Universidad de Cornell, el resultado del estudio fue publicando en el libro "Motion and Time Study". En 1948 se funda el American Institute of Industrial Engineers (AIIE) en Columbus, primero en su clase y especializado para el desarrollo de la Ingeniería Industrial.

En Colombia, el Ingeniero Alejandro López en 1928, plantea en su obra "El trabajo: principios fundamentales" dos tipos de ingenieros; el operativo, con carácter acentuadamente matemático y el administrador con el propósito de reducir esfuerzos y maximizar resultados en los procesos, aspecto fundamental y estructural de la Ingeniería Industrial.

Se le atribuye haber iniciado con la Ingeniería Administrativa e introducir conceptos valiosos sobre autocontrol, el mejoramiento continuo y la necesidad de presupuestos proyectados en las soluciones ingenieriles a través de proyectos.

Joaquín Vallejo Arbeláez, alumno del ingeniero Alejandro López, estudiante de último año de la Escuela de Minas y director de la revista universitaria, presenta en 1935, un proyecto para la creación de una Facultad de Ingeniería Industrial en la misma institución, como respuesta al inminente desarrollo industrial que se veía venir para el país. A pesar de que la idea no fructificó en su momento, Vallejo Arbeláez se adelantó más de 20 años a la idea de creación de la carrera de Ingeniería Industrial en el país.

En 1958 se realizó el primer seminario de administración científica, promovido por empresarios antioqueños, y a partir del cual se crea el Instituto Colombiano de Administración (INCOLDA), dando inicio a un nuevo proceso de diferenciación de la Ingeniería, así como antes había tenido lugar el surgimiento vía diferenciación de las ingenierías química, geológica y de petróleos que dio como resultado la creación de la carrera de administración industrial de la Facultad de Minas, ahora anexa a la Universidad Nacional seccional Medellín. Posteriormente, este programa inicialmente concebido como de avanzada para ingenieros graduados y para estudiantes de Ingeniería que hubiesen completado su tercer año de estudios, se convirtió en un programa regular de cinco años, con las mismas directrices iniciales, que a partir de 1961 confería el título de ingeniero administrador.

En 1959, se crea el primer programa con el nombre de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander (UIS) organizada por Ingenieros Egresados de la Escuela de Minas y en 1960 se crea en Medellín la Escuela de Administración, Finanzas y Tecnologías (EAFIT).

En 1960 se establece la carrera completa de Ingeniería Industrial en la Universidad de los Andes y en 1966 en la Universidad de Antioquia.

En la década de 1970 a 1980 se crean trece programas; seis de ellos en centros públicos y los restantes en privados. En la actualidad, se encuentran registrados y funcionando 62 a nivel nacional. (ICFES, 2005).

En Nariño se da inicio a un desarrollo académico de la Ingeniería Industrial con el programa que ofrece la Universidad Cooperativa de Colombia Pasto, fundado el 15 de septiembre de 1993, mediante acta número 014 del Consejo Superior Universitario. El Programa hasta el año 2011 ha graduado 560 Ingenieros Industriales y está posicionado como uno de los mejores programas académicos de la Región.

Dejando a un lado la historia y acercándose un poco hacia el concepto, se encontró que según la enciclopedia Británica la palabra ingeniería se deriva del latín "ingenium", designación que se hace a los artificios mecánicos de cualquier tipo. En el idioma inglés, se ha conservado hasta hoy el vocablo "engine", de donde se deriva "engineer", que es quien maneja la máquina. Por otro lado, la concepción "Industrial" es amplia; no es solo manufactura, sino transformación de recursos en bienes y/o servicios con valor agregado; esta transformación genera productos que son ofrecidos al consumidor o sociedad. Lo Industrial está íntimamente relacionado con las potencialidades de cada región o país y del grado de tecnologías, de procesos, subprocesos y toda actividad con valor agregado que se aplique en beneficio de una sociedad o medio.

Indagando sobre el objetivo que persigue la Ingeniería Industrial, se encontró el formulado por la American Institute of Industrial Engineers (AIIE), el cual a saber de Salvendy (1990, p. 29), se relaciona con el diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de hombres, materiales y equipo; que con sus conocimientos especializados y el dominio de las ciencias matemáticas, físicas y sociales, juntamente con los principios y métodos de diseño y análisis de ingeniería, permite predecir, especificar y evaluar los resultados a obtener de tales sistemas.

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) y el Instituto Colombiano para el Fomento y la Educación Superior (ICFES), en el documento Actualización y Modernización del Currículo en Ingeniería Industrial (2004), comparten el objetivo propuesto por la (AIIE), y definen al Ingeniero Industrial como “aquel profesional que actúa en cualquier sistema formado por hombres, materiales, recursos financieros y equipos, y aplicando la ciencia y la técnica, cambia el entorno en beneficio colectivo, con responsabilidad social”.

2.3.2 Mecanismos. Nacen del estudio de la Mecánica, rama del análisis científico que se ocupa de los movimientos, el tiempo y las fuerzas; la mecánica a saber de Shigley y Uicker (2001, p.3) se divide en dos partes, estática y dinámica; la estática como su nombre lo dice, se encarga de estudiar o analizar sistemas estacionarios en donde el tiempo no es un factor determinante, por otro lado la dinámica estudia los sistemas que cambian con el tiempo. En 1775 Euler realizó investigaciones relacionadas con el movimiento de los cuerpos, propuso que la dinámica se podría separar de manera conveniente en dos partes; la cinemática y la cinética. Aunque estos dos conceptos no son en realidad separables, para el efecto del estudio de los mecanismos es fundamental.

La cinemática es la encargada del estudio del movimiento sin considerar las fuerzas y la cinética se encarga de estudiar las fuerzas en sistemas en movimientos.

Asimismo, en la práctica del diseño de ingeniería es válido en considerar en primera instancia los movimientos cinemáticos deseados y sus consecuencias y en segundo lugar las fuerzas cinéticas asociadas a tales movimientos.

De manera más específica la cinemática busca diseñar el movimientos de los mecanismos y calcular matemáticamente las posiciones, velocidades y aceleraciones que tales movimientos generan sobre dichos elementos, para el caso de la cinética el objetivo del diseño de ingeniería es crear sistemas que no fallen durante su vida de servicio esperado, por tal razón el cálculo de la fuerza es fundamental para definir el esfuerzo necesario de manera que el movimiento de las partes no fracturen el material del cual están elaboradas las piezas.

Para entender mejor el concepto hay que remitirse a la segunda ley de Newton, $F=ma$, se necesita conocer la aceleración (a) para calcular la fuerza (F) dinámica debido al movimiento de la masa (m) del sistema, ya que esta última en la mayoría de los mecanismos ligados a la tierra permanece constante con respecto al tiempo; entonces en el curso mecanismos, se estudia la interacción de las partes de un mecanismo con relación a la cinemática y cinética de las mismas.

2.3.2.1 Contenidos del curso mecanismos. En los diferentes libros estudiados relacionados con los mecanismos, se encontró que los contenidos propuestos se podían asociar de la siguiente manera: capítulo introductorio a nivel descriptivo de mecanismos, maquinas y sus elementos, análisis de mecanismos cinemáticos y cinéticos, y la relación de estos con el movimiento,

por último algunos introducen conceptos relacionados con el cálculo de elementos de máquinas enfatizando la resistencia de materiales, así como el comportamiento de estos en servicio.

Los contenidos más repetidos en los libros son las siguientes: fundamentos de cinemática, síntesis de eslabonamiento, análisis de posición, velocidad y aceleración, diseño de levas, trenes de engranaje, principios de dinámica, análisis de fuerzas dinámicas, equilibrio e impulsores de banda y cadena.

En el Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Cooperativa Pasto, se imparten los siguientes contenidos: cinemática de partículas, dinámica de partículas, mecanismos transmisores y capacidad de máquina. Como se puede observar las temáticas impartidas en el curso mecanismos de la Universidad Cooperativa de Colombia Pasto, se encuentran inmersas en las más comunes de los libros estudiados.

2.3.2.2 Relación de los contenidos con el perfil profesional y ocupacional.

En La Ingeniería y el Compromiso Permanente con el Desarrollo del ingeniero, Cañón (2001), profesor de la Universidad Nacional, plantea que el Programa de Ingeniería Industrial debe asumir el compromiso de formar a los ingenieros cuyo desempeño se encuentra ligado a la solución de problemas básicos de la sociedad, usando estrategias conducentes a estimular el pensamiento creativo, el espíritu observador, reflexivo y crítico, así como la visión multidimensional e interdisciplinaria asociada al enfoque sistémico y la formación de valores. El componente metodológico del programa debe estimular la participación activa, calificada y permanente de los estudiantes en su proceso de formación.

El programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Cooperativa de Colombia Pasto, de manera coherente con los lineamientos anteriores, plantea sus propios aspectos teleológicos que lo identifican y lo diferencian de otros programas de igual naturaleza, así:

- **Misión:** *Contribuir a la formación de ingenieros industriales, emprendedores y competitivos en el marco del diseño, montaje y administración de unidades productivas de bienes y servicios, así como en la optimización de recursos y el mejoramiento de procesos, en el sector económico tradicional y solidario, apoyados en la docencia e investigación con proyección regional, nacional e internacional.*
- **Visión.** *Para el año 2016, Ingeniería Industrial será un programa acreditado por su alta calidad académica e investigativa con apoyo a la creación y fortalecimiento de unidades productivas de bienes y servicios, con un equipo docente altamente cualificado, formador de líderes que contribuyan positivamente al crecimiento y desarrollo social de su entorno.*
- **Objetivo principal.** *Formar Ingenieros Industriales creativos y solidarios, capacitados para actuar eficaz y eficientemente en el diseño, instalación, operación y optimización de sistemas socio tecnológico, integrado por personas, materiales, maquinaria e información, usando tecnologías y procedimientos científicos.*
- **Perfil Profesional.** *El Ingeniero Industrial egresado de la Universidad Cooperativa de Colombia Pasto, estará capacitado para participar en el diseño, montaje, puesta en marcha y funcionamiento de empresas productoras de bienes y prestadoras de servicios. Desarrollará nuevos métodos de producción así como nuevos productos; además realizará*

estudios sobre la posición estratégica del sector industrial regional, de los mercados para sus productos y de su capacidad competitiva con la tecnología de punta apropiada.

- **Perfil Ocupacional.** *El Ingeniero Industrial se inserta hoy, primordialmente dentro de la empresa privada y la administración pública; está capacitado para crear su propia industria o empresa, con un perfil ocupacional estructurado bajo cuatro ejes priorizados así:*

Sistemas de producción: abarca el diseño de procesos productivos, adecuación tecnológica de sistemas productivos, métodos de trabajo, estándares de tiempo, planeación, programación y control de la producción, control de calidad, sistemas de mantenimiento y confiabilidad.

Sistemas de información y automatización: abarca la programación de sistemas, diseño, administración y evaluación de sistemas de información, integración del computador a los procesos productivos, participación en proyectos de mecanización, automatización y robótica, investigación operacional y simulación de sistemas.

Análisis y evaluación integral de proyectos: abarca la preparación, formulación y ejecución de planes de inversión sociales, industriales y empresariales, viabilizando componentes de mercados, tecnológicos, legales, organizacionales, ambientales, financieros; asignando funciones y responsabilidades en cada etapa del proyecto.

Administración del talento humano: abarca el diseño y evaluación de puestos de trabajo, selección de personal, programas de desarrollo profesional, desarrollo de planes de inducción, entrenamiento y contratación para quienes ocupan nuevos cargos o ingresan a la empresa, sistema

administrativo de la calidad, sistemas de remuneración y análisis de costos de producción.

De acuerdo a lo estipulado en el planteamiento del problema el eje en el cual se realiza una interacción de los contenidos del curso mecanismos con el perfil profesional y ocupacional son los sistemas de producción, en el cual se desarrollan competencias relacionadas con el diseño de procesos y adecuación tecnológica de sistemas productivos, las cuales necesita de una fundamentación teórica y práctica explicitada en las temáticas mecanismos transmisores y capacidad de máquina.

2.3.2.3 Elevador de cangilones. La reseña histórica de los elevadores de cangilones, se la puede ubicar gracias a la mente brillante de personas como Ctesibio (270 a. C), padre de la hidráulica, Arquímedes (287 – 212 a. C), inventor del tornillo sinfín y Herón de Alejandría (Siglo I d. C), inventor de la polea compuesta, quienes realizaron aportes fundamentales en la historia de la elevación.

El primer elevador de cangilones fue construido en el antiguo Egipto, en el siglo II a. C y consistía en una rueda a la cual se adherían baldes o recipientes los cuales recolectaban agua de la rivera de los ríos, utilizando como fuerza motriz a personas o animales; el movimiento circular de la rueda según Miravete y Larrode (2007), elevaba el agua ha reservorios que suministraban el líquido por gravedad; el mecanismo era conocido como Sagita o Rueda Persa.

En 1978 la empresa Krupp Industrie und Stahlbau, construye la más grande excavadora de cangilones del mundo. Era una gran estructura que se desplazaba mediante orugas, la cual requería una potencia instalada de 16000 Kw.

Para mover 110 motores que accionaban mecanismos los cuales arrancaban material de carbón y ganga, a cielo abierto de la mina del Rhin, con un rendimiento diario de 240.000 metros cúbicos de material.

Los elevadores de cangilones son dispositivos que transportan el material elevándolo verticalmente o próximos a la vertical, poseen un mecanismo para el transporte del material constituido por recipientes (Cangilones) unidos a cadenas o bandas, acondicionados al material a transportar o el tipo de elevador; si se requiere velocidades elevadas de transporte es más aconsejable utilizar bandas; por el contrario si se requiere transportar grandes pesos a elevadas distancias, es más aconsejable utilizar cadenas con bajas velocidades.

A continuación se observa en la figura 1 un elevador de cangilones.

Figura 1. Elevador de Cangilones



Fuente: Oficien Loporcaro Sas - Sede Operativa Vía del Grano 1 z.i. - 70022 Altamura (Ba)

Los cangilones se construyen en diferentes materiales, perfiles y diseños variados, se instalan en las cadenas o bandas de transmisión mediante pernos, pegantes, remaches o soldadura. Su utilización se restringe al material a transportar y la velocidad con la que se depositarán en la salida del elevador, los materiales más comunes para su fabricación son: plástico, chapa de acero galvanizado, inoxidable, acero al manganeso, entre otros.

En el cuadro 1 se detalla la forma de los cangilones, extraídos de la norma DIN 15230 (Erdman y Sandor, 1998).

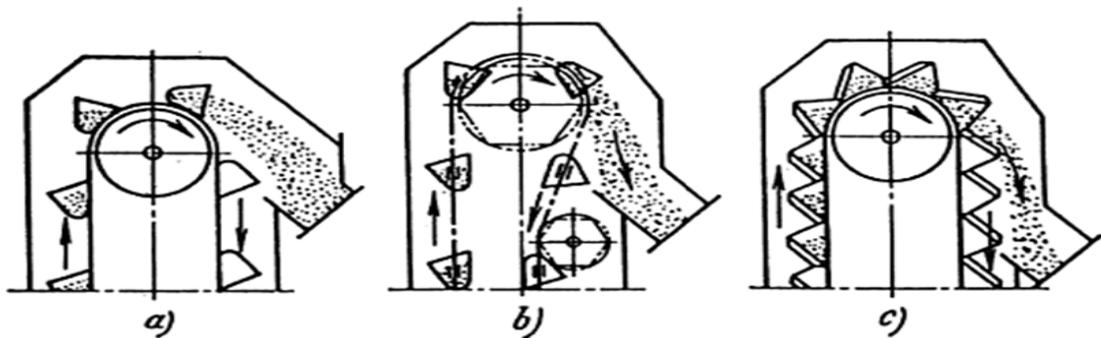
Cuadro 1. Dimensiones de cangilones según norma DIN 15230

DIN	15231	15241	15232	15242	15233	15243	15234	15244	15235	15245
Ejecución	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición
Forma	Altura reducida		Altura reducida redondeada		Semiprofundos		Profundo		Profundo	
Figura										
Apropiados para	Materiales sueltos, Harina, Sémola		Materiales en trozos pequeños, cereales		Materiales pegajosos: azúcar en caña, finos de carbón, húmedos		Materiales pesados, pulverulentos o en trozos grandes, arena, cemento, carbón		Materiales ligeros y fluidos o rodantes: cenizas o patatas.	

Fuente: Norma DIN 15230. Erdman A. y Sandor G.1998

2.3.2.4 Capacidad de máquina. Para el cálculo de la capacidad de maquina es importante determinar la velocidad en la cual el material será depositado en la cabeza de recepción, ya que si se utiliza una velocidad elevada la acción de la gravedad golpeará el material muy fuerte sobre la lámina y deteriorará el producto, por el contrario si la velocidad es baja el material no alcanzará la salida y se derramará hacia el interior del elevador causando atascamiento y problemas de funcionamiento.

Figura 2. Descarga de un elevador de cangilones



Fuente: Transportadores y elevadores. Miravete. A. Reverte. 2004.

En la figura 2 se observa la descarga del material con velocidad alta, media y baja; en la posición *a*, el material se descarga con alta velocidad y la acción de la gravedad ubica el material en la tolva de salida, en la posición *b*, el material es depositado con velocidad media, necesitando un dispositivo (piñón) que cambie la trayectoria de la cadena para que el material sea depositado en la tolva de recepción; por ultimo en la posición *c*, se observa cómo se deposita el material con baja velocidad, para lo cual se requiere que los cangilones estén más unidos entre si y su forma debe permitir el derrame del material uno sobre el otro, haciendo las veces de plataforma inclinada. (Miravete, 2004).

La velocidad del elevador de cangilones se puede calcular utilizando las siguientes igualdades, en procura de obtener una velocidad con descarga suave del material mediante el equilibrio de la fuerza centrífuga con la fuerza de gravedad así:

$$V = ND/19.10$$

$$D = 1787.3/N^2$$

Donde, V es la velocidad del elevador en m/s; D es el diámetro de la polea matriz del elevador en m; N es la velocidad de la polea motriz del elevador en rpm. De la misma manera se puede calcular la capacidad del elevador con las siguientes características:

D = Diámetro de la polea motriz en m

N = Velocidad de la polea motriz rpm

d = Distancia entre cangilones en m

q = Volumen del cangilón en m^3

p = Peso volumétrico del material en kg / m^3

e = eficiencia del elevador a partir del 70%

V = Velocidad del elevador en m/s

$c = 1/d$ Numero de cangilones por metro de banda

$P = q * p * e$ Peso del material por cangilón en kg

$Q = P * C * V$ Capacidad del Elevador en kg/s.

En concordancia con Roque y Carta (1991), es necesario tener en cuenta que la capacidad del elevador de cangilones debe ser mayor a la capacidad del dispositivo que lo esté alimentando esto con el objeto de evitar que el elevador sea el cuello de botella en el funcionamiento de la planta.

2.3.3 Didáctica. De acuerdo con Juan Mallart (2008) en el capítulo primero de “didáctica: concepto, objeto y finalidad”, expone que la didáctica es la ciencia de la educación que estudia e interviene en el proceso de enseñanza aprendizaje, con el fin de obtener la formación intelectual. Etimológicamente el término didáctica procede del griego didaktiké, didaskein, didaskalia, didaktikos, términos que tienen en común enseñar, instruir, exponer con claridad.

Didaskalos, el que enseña, y didaktikos, que significa apto para la docencia. Mallart, citando a Comenio, en su obra didáctica Magna, afirma que la didáctica era “el artificio universal para enseñar todas las cosas a todos, con rapidez, alegría y eficacia”.

La didáctica puede ser clasificada en tres dimensiones: didáctica General, Didáctica Diferencial y la Didáctica Específica. La Didáctica General según Mattos (1974, P.30) analiza críticamente las grandes corrientes del pensamiento didáctico y las tendencias predominantes en la enseñanza contemporánea. Según Mallart, se ocupa de los principios generales y normas para dirigir el proceso de enseñanza aprendizaje hacia los objetivos educativos. La didáctica Diferencial, se relaciona con las características de los sujetos y edades de los mismos, algunas estrategias utilizadas por esta didáctica son las siguiente: trabajo en grupo, trabajo variado (practico, de investigación, debate, individual), uso de materiales y actividades diversas, metodología activa por descubrimiento, practica oral, uso de medios de comunicación (prensa, radio y televisión), actividades de recapitulación o síntesis.

La didáctica Específica, se encarga de aplicar las normas didácticas generales al campo concreto de cada disciplina o materia de estudio.

Para entender el concepto de didáctica, se requiere definir términos como enseñanza y aprendizaje. La enseñanza, se deriva del latín IN-SIGNARE: señalar hacia, mostrar algo, poner algo "in signo", comunicar un saber mediante la utilización de un sistema de signos o de símbolos, mostrar algo a alguien para que se apropie intelectualmente de ello. La enseñanza consta de la ejecución de estrategias preparadas para la consecución de las metas planificadas, aunque se tiene un grado de indeterminación puesto que intervienen intenciones, aspiraciones, creencias, elementos culturales y contextuales. Enseñar es hacer que el alumno aprenda dirigiendo el proceso de aprendizaje.

El aprendizaje por su parte se deriva del latín, APREHENDERE, adquirir, coger, apoderarse de algo. Se trata de hacer propios los contenidos que se enseñan en el acto didáctico, hoy en día es el acto más importante de la educación, de acuerdo con lo expuesto por Mallart, la tarea didáctica ya no consiste solo en enseñar, sino en crear condiciones para que los alumnos aprendan. El maestro puede enseñar, pero todo puede ser inútil si el alumno no aprende.

Para abordar la aplicabilidad de la didáctica, es necesario comprender su finalidad. Mallart citando a Zabalza (1990, 54), Bolívar (1995, 110) y Uljens (1997, 112), especifica dos tipos de finalidad, una teórica y otra de tipo practica; resaltando que las dos dimensiones conviven de forma simbiótica sin posibilidad de separación. La finalidad teórica se centra en adquirir y aumentar el conocimiento de manera veras, para esto es necesario exponer al objeto de estudio a una descripción minuciosa, una explicación coherente y una interpretación buscando generalizaciones de lo estudiado. La finalidad practica, busca elaborar propuestas de acción, intervenir para transformar la realidad, estas proposiciones e intervenciones deben ser realistas y adaptadas a situaciones determinadas.

Actualmente la aplicación de la didáctica propone dos enfoques, el primero centrado en el maestro denominado didáctica tradicional y el segundo fundamentado en el sujeto que aprende, conocido como didáctica moderna. Los elementos principales del primer enfoque son: ¿A quién se enseña? (Alumno), ¿Quién enseña? (Maestro), ¿Por qué se enseña? (objetivos) y ¿Qué se enseña? (Contenidos). En la didáctica moderna los elementos principales son los siguientes: ¿Quién aprende? (Alumno), ¿Con quién aprende el alumno? (Maestro), ¿Para qué aprende el alumno? (objetivos), ¿Qué aprende el alumno? (Contenidos), ¿Cómo aprende el alumno? (Metodología), ¿Con que material didáctico? (Recursos didácticos), ¿Desde qué condiciones? (Prerrequisitos), ¿En qué ambientes? (vida de aula, Contexto), ¿Qué, cómo y por que evaluar? (Evaluación Formativa).

Como se puede observar hay diferencias entre la didáctica tradicional y la moderna, una primordial hace relación con el actor principal del acto didáctico, en la tradicional el actor principal es el maestro y en la moderna es el estudiante, en la didáctica moderna, el material didáctico es separada de la metodología, los prerrequisitos, no se consideran como una linealidad normativa, sino como condiciones de entrada y salida, necesarias para afrontar los nuevos conocimientos, el ambiente en el aula y el contexto son elementos dinamizadores del proceso de enseñanza aprendizaje. La evaluación toma connotaciones formativas donde el error es una posibilidad de aprender y no un castigo.

Retomando lo anterior, la Universidad Cooperativa de Colombia, acoge la didáctica moderna como eje dinamizador del proceso de enseñanza aprendizaje y propone para su aplicabilidad una metodología global de aprendizaje denominada MICEA, (metodología interdisciplinaria centrada en equipos de aprendizaje), consistente en asociar el ser, el saber y el hacer.

El primero relacionado con el aspecto actitudinal, valorativo y afectivo, el segundo relacionado con el aspecto cognitivo y el tercero relacionado con el aspecto psicomotriz y expresivo; entre los tres componentes se encuentra mediando el estudiante integral, aprendiendo y discutiendo técnicas, proponiendo soluciones y proyectos que redunden en beneficio del medio que lo rodea, la sociedad y ser humano.

Para una adecuada implementación de la MICEA, la institución propone que el profesor debe considerar permanentemente la didáctica para llegar al estudiante, los recursos con los que cuenta o debe contar, los propósitos que espera alcanzar, la evaluación para verificar los logros, las enseñanzas que debe dar a conocer y la secuencia de cómo hacer la clase dinámica y efectiva.

La institución plantea una evaluación coherentemente con la MICEA, establece un grado de responsabilidad y participación otorgado al estudiante en el proceso de evaluación, entre la heteroevaluación y la autoevaluación. La evaluación es continua e importante en el proceso formativo, donde se establecen condiciones que presuponen planificación y perfeccionamiento continuo de los procesos.

2.3.4 Aprendizaje Significativo. Si se pretende que el estudiante alcance una perdurabilidad del aprendizaje, es necesario que lo enseñando sea significativo para él, entendiendo lo significativo como la posibilidad de causar asombro, inquietud, ganas de conocer más, posibilidad de llamar la atención de lo que escucha y mira; en síntesis, que la investigación y la búsqueda de información, sean una necesidad de respuesta a sus propios interrogantes e hipótesis.

De acuerdo con los postulados del aprendizaje significativo, lo anterior se presenta, si el estudiante tiene conocimientos previos (estructuras cognoscitivas previas), que lo conecten con los nuevos conocimientos, se entrecrucen y generen aprendizajes significativos; estos aprendizajes deben tocar las fibras sentimentales del estudiante, su cultura y contexto. Si un estudiante, soluciona un problema de su familia, de su barrio, su región, aprende nuevos conocimientos, éstos cobran un significado para él, en donde sus estructuras cognoscitivas previas serán impactadas y modificadas, generando perdurabilidad de lo aprendido.

El más representativo investigador del aprendizaje perdurable, es el maestro David P. Ausubel. Martínez (2005), retoma los postulados de Ausubel (2000), afirmando que, para un estudiante a quien se pretende enseñar conceptos científicos, sin tener en cuenta su estructura preconceptual, cualquiera de éstos que no encaje en sus esquemas mentales –ideas pertinentes-, carecerá de significado para él; no será potencialmente significativo y las oraciones que lo contengan le resultaran absurdas o incomprensibles. Por lo tanto, no serán incorporados intencionadamente en su estructura cognoscitiva como proposiciones disciplinares y el estudiante no podrá establecer relaciones derivativas, correlativas, modificadoras, matizadoras, argumentativas, supraordinadas, ni de ninguna otra clase, y no las podrá retener a largo plazo.

En el aprendizaje significativo, el docente cobra un valor preponderante, ya que es él quien despierta la curiosidad intelectual del estudiante, propicia los razonamientos objetivos y críticos de sus estudiantes y, finalmente, logra que realicen la transformación de su estructura cognoscitiva. Martínez (2005) propone que el profesor del aprendizaje significativo debe elaborar su propio mapa mental para recorrer el camino de su disciplina, antes de enseñarlo a sus estudiantes, indagar como está conformada la estructura cognoscitiva del

grupo, para encontrar los conceptos naturales o primarios, adquiridos en la experiencia empírico – concreta (Conducta de entrada).

El docente debe basarse en la enseñanza de los sabios, quienes construyeron los conceptos aceptados académica y culturalmente, los cuales sirven de base para alcanzar el conocimiento; definitivamente, la exposición verbal es fundamental en el aprendizaje significativo, especialmente, en el ámbito de la ciencia, lo cual implica un dominio del lenguaje y del pensamiento lógico.

El docente del aprendizaje significativo, según Martínez (2005), cuenta con dos herramientas para lograr impactar las estructuras cognitivas previas de los estudiantes: la subordinación y la supraordinación; la primera hace relación a cómo los conceptos específicos son incorporados en otros de mayor generalidad; el segundo, hace relación con los conceptos generales que se pueden incluir a otros más específicos adquiridos en la clase. Entonces, el docente indaga los conocimientos previos de sus estudiantes, selecciona los conceptos y las proposiciones, las organiza, sistematiza en redes de conocimientos, expone ampliamente éstas, desde los conceptos más generales hasta los más específicos, destacando las similitudes y las diferencias entre conceptos relacionados y, por último, interroga, problematiza y dirige su reelaboración, exigiendo que el estudiante lo realice con sus propias proposiciones coherentes y no literales. Por otro lado, el estudiante del aprendizaje significativo, según Martínez (2005), debe diferenciar y organizar conceptos y proposiciones, incorporar a su estructura cognoscitiva los conceptos científicos enseñados por el profesor, investigar para enriquecer la red de conceptos adquiridos, comprobar que su estructura ha sido impactada, intencionada y sustancialmente, al participar activamente en clase o mediante trabajos presentados con lenguaje propio y explicar los principios, leyes y contenidos conceptuales de la disciplina en estudio.

Si se ubican a los docentes y estudiantes en ambientes de aprendizaje, que motiven la realización de preguntas e hipótesis de investigación, con enfoques pedagógicos como el aprendizaje significativo y didácticas contemporáneas con repercusión social, es de esperar que se impacten las estructuras mentales del estudiantado y se generen aprendizajes significativos. Martínez (2005), en el libro “Enfoques Pedagógicos y Didácticas Contemporáneas”, propone la planeación de una clase, utilizando el aprendizaje significativo de la siguiente manera. El profesor realiza una verificación de los conocimientos previos que los estudiantes tienen con relación a la temática estudiada, mediante la realización de un conjunto de preguntas indaga las estructuras cognoscitivas de los mismos, en busca de conceptos adquiridos en clases anteriores o de sus experiencias cotidianas.

Después de esto, el docente estructura una serie de conceptos, necesarios para aclarar aspectos fundamentales de la temática, de ser posible, debe contextualizarlos al desarrollo intelectual, entorno cultural e, incluso, con su aspecto afectivo. Estos conceptos se deben relacionar entre sí, con el fin de estructurar un mapa mental en los estudiantes (red de conceptos y proposiciones).

Posteriormente, se exponen las teorías, leyes, fundamentos o proposiciones referentes al tema de estudio; éstas hay que reforzarlas con preguntas claves, que motiven la curiosidad del estudiante por saber más; es necesario recalcar en los estudiantes, que cada nuevo concepto encontrado, se debe definir claramente y comprenderlo, de no ser así, no se podrá continuar con la temática.

Cuando se tienen claros los conceptos, las leyes y teorías, y aclaradas las preguntas propuestas, el docente tiene que contextualizar los conocimientos, tocar la fibra interior del estudiante, proponer alternativas de solución a problemas reales del entorno de sus estudiantes.

Para reforzar el aprendizaje es necesario hacer lecturas especializadas con relación al tema de estudio, recordándole al estudiante que cada nuevo concepto debe ser definido y comprendido a cabalidad.

Cuando el estudiante ha interiorizado e impactado su estructura cognoscitiva, debe realizar exposiciones, explicando con su propio lenguaje lo fundamental de lo enseñado, el estudiante estará en la capacidad de realizar mapas conceptuales, en donde se relacionen los diferentes conceptos, tanto los supraordinados como los subordinados, el estudiante reforzará el aprendizaje desarrollando proposiciones con los conceptos, relacionándolos con otros ya validados por la ciencia. Por último, el estudiante expresará, con sus propios términos, en qué forma le afectó el conocimiento, cómo explica los conceptos científicos encontrados, cómo se relacionan entre sí y cuál será su propuesta para solucionar la problemática vivencial de su entorno. Papert (1991) afirma que el aprendizaje del constructivista ocurre, especialmente bien, si se le pide a alguien construir un producto, algo externo a sí mismo, tal como un castillo de arena, una máquina, un programa de ordenador o un libro.

Díaz Barriga (2002), retomando los postulados de Coll, Pozo, Sarabia y Valls (1992), plantea tres áreas básicas para formular los contenidos que se enseñan en los currículos, bajo el enfoque del aprendizaje significativo definidas así: área declarativa (Saber qué), área procedimental (Saber hacer) y área actitudinal – valoral (Saber ser).

La fase declarativa ubicando al docente y estudiante, enseñando y asimilando, hechos, conceptos, principios, leyes y postulados; como estructuras fundamentales del aprendizaje significativo.

En la fase procedimental, el docente y el estudiante deben desarrollar procedimientos, estrategias, técnicas, destrezas, métodos, algoritmos, operaciones matemáticas, mapas conceptuales, utilización de instrumentos y maquinas; todo lo anterior enmarcado en la apropiación de datos relevantes respecto a la tarea puntual a desarrollar, sus propiedades, condiciones y reglas generales de aplicación.

En la fase procedimental, también interviene la actuación o ejecución del procedimiento, donde el aprendiz procede por tanteo y error, mientras el docente lo va corrigiendo mediante episodios de práctica con retroalimentación; en la misma fase, se debe alcanzar la automatización del procedimiento, esto se logra con la ejecución continua y repetitiva de la tarea, demostrando facilidad, ajuste, unidad y ritmo continuo cuando se ejecuta la tarea. Por último, se debe llegar al perfeccionamiento indefinido del procedimiento, para el cual en realidad no hay final.

En la fase actitudinal – valoral, están implícitas las actitudes, los valores, la ética personal y profesional, entre otras. Sarabia (1992), define los valores morales, como principios éticos interiorizados respecto a los cuales las personas sienten un compromiso de conciencia, que permite juzgar lo adecuado de las conductas propias y ajenas; estos valores a enseñar, se orientan al bien común, al desarrollo armónico y pleno de la persona y a la convivencia solidaria en sociedades caracterizadas por la justicia y la democracia. Según Díaz Barriga (2002), la base de los programas educativos se sustenta en la promoción de los derechos humanos universales (libertad, justicia, equidad, respeto a la vida, y

otros), así como en la erradicación de los llamados antivalores (discriminación, autoritarismo, segregación, maltrato, explotación)

En el aprendizaje de valores, se debe desarrollar y fortalecer, el respeto al punto de vista del otro, la solidaridad, la cooperatividad, y procurar suprimir el individualismo egoísta o la intolerancia al trabajo colectivo. Algunas estrategias para trabajar procesos actitudinales son: el juego de roles, sociodramas, discusiones, exposiciones y explicaciones de conferencistas prestigiosos. De acuerdo con Díaz Barriga (2002, p.142),

Se requiere experiencias de aprendizaje significativas, que permitan no sólo adquirir información valiosa, sino que incidan realmente en el comportamiento de los alumnos, en la manifestación del afecto o emoción moral, en su capacidad de comprensión crítica de la realidad que los circunda, en el desarrollo de habilidades específicas para el diálogo, la autodirección, la participación activa, la cooperación o la tolerancia.

Díaz Barriga (2002, p.142), plantea algunas de las estrategias de enseñanza para la promoción de aprendizajes significativos más representativas y las sintetiza de la siguiente manera:

Objetivos: enunciados que establecen condiciones, tipo de actividad y formas de evaluación del aprendizaje del alumno. Como estrategia de enseñanza compartida con los alumnos, generan expectativas apropiadas.

Resúmenes: síntesis y abstracciones de la información relevante de un discurso oral o escrito. Enfatiza conceptos clave, principios y argumento central.

Organizadores previos: información de tipo introductoria y contextual. Tiende un puente cognitivo entre la información nueva y la previa.

Ilustraciones: representaciones visuales de objetos o situaciones sobre una teoría o tema específico (fotografías, dibujos, dramatizaciones, etcétera).

Organizadores gráficos: representaciones visuales de conceptos, explicaciones o patrones de información (cuadros sinópticos, cuadros C-Q-A).

Analogías: proposiciones que indican que una cosa o evento (concreto o familiar) es semejante a otro (desconocido y abstracto o complejo).

Preguntas intercaladas: preguntas insertadas en la situación de enseñanza o en un texto. Mantienen la atención y favorecen la práctica, la retención y la obtención de información relevante.

Señalizaciones: señalizaciones que se hacen en un texto o en la situación de enseñanza para enfatizar u organizar elementos relevantes del contenido por aprender.

Mapas y redes conceptuales: representaciones gráficas de esquemas de conocimientos (indican conceptos, proposiciones y explicaciones).

Organizadores textuales: organizaciones retóricas de un discurso que influyen en la comprensión y el recuerdo.

Díaz Barriga (2002, p.143), propone una clasificación de las estrategias de enseñanza, basándose en su momento de uso y presentación, definidas así:

Las estrategias preinstruccionales, por lo general preparan y alertan al estudiante en relación con qué y cómo va a aprender; esencialmente tratan de incidir en la activación o la generación de conocimientos y experiencias previas pertinentes.

También sirven para que el aprendiz se ubique en el contexto conceptual apropiado y para que genere expectativas adecuadas. Algunas de las estrategias preinstruccionales más típicas son los objetivos y los organizadores previos.

Las estrategias coinstruccionales apoyan los contenidos curriculares durante el proceso mismo de la enseñanza – aprendizaje. Cubren funciones para que el aprendiz mejore la atención e igualmente detecte la información principal, logre una mejor codificación y conceptualización de los contenidos de aprendizaje, y organice, estructure e interrelacione las ideas importantes. Se trata de funciones relacionadas con el logro de un aprendizaje con comprensión (Shuell, 1988). Aquí pueden incluirse estrategias como ilustraciones, redes y mapas conceptuales,

analogías y cuadros C-Q-A, entre otras. Por otra parte, las estrategias postinstruccionales se presentan al término del episodio de enseñanza y permiten al alumno formar una visión sintética, integradora e incluso crítica del material. En otros casos le permiten inclusive valorar su propio aprendizaje. Algunas de las estrategias postinstruccionales más reconocidas son resúmenes finales, organizadores gráficos (Cuadros sinópticos simples y de doble columna), redes y mapas conceptuales.

Si se considera el proceso cognitivo en el que incide la estrategia, Díaz Barriga (2002, p.145), clasifica las estrategias de enseñanza, de la siguiente manera:

Generación de expectativas apropiadas: objetivos o intenciones

Activación de conocimientos previos: situaciones que activan o generan información previa (actividad focal introductoria, discusiones guiadas, etcétera) y objetivos.

Orientar y guiar la atención y el aprendizaje: señalizaciones y preguntas insertadas.

Mejorar la codificación de la información nueva: ilustraciones, graficas y preguntas insertadas.

Promover una organización global más adecuada de la información nueva a aprender (mejorar las conexiones internas): resúmenes, mapas y redes conceptuales, organizadores gráficos, organizadores textuales.

Para potenciar y explicitar el enlace entre conocimientos previos y la información nueva por aprender (mejorar las conexiones externas): organizadores previos, analogías, cuadros C-Q-A.

A continuación se explicarán con detalle las estrategias anteriormente mencionadas de acuerdo con Díaz Barriga (2002).

- **Estrategias para activar o generar conocimientos previos y expectativas apropiadas.**

Se recomienda que el docente debe hacer una identificación previa de los conceptos centrales de la información que los alumnos van a aprender, tener presente que se espera que los estudiantes aprendan y explorar los conocimientos previos si se tienen evidencia que los poseen o generarlos si no los tienen. Algunas estrategias efectivas para activar o generar conocimientos previos son: actividad focal introductoria, discusión guiada y los objetivos.

La actividad focal introductoria: busca atraer la atención del estudiante mediante situaciones sorprendentes, incongruentes o discrepantes con los conocimientos previos de los estudiantes. La discusión guiada: es la interacción presente entre el docente y los estudiantes en un tema determinado, para lo cual se requiere tener claros los objetivos de la discusión, activar y favorecer la compartición de conocimiento, introducir la temática en forma generar y propiciar la participación de los alumnos; se deben formular preguntas abiertas que requieran más de una respuesta, la discusión debe ser breve, bien dirigida y participativa, la información pertinente debe anotarse en el pizarrón a la vista de los alumnos, la discusión hay que cerrarla resumiendo lo esencial con participación de los estudiantes.

Los objetivos: son enunciados que describen con claridad las actividades de aprendizaje y los efectos que se pretenden conseguir con el aprendizaje, son comprensibles, con vocabulario apropiado para la comprensión del estudiante.

- **Estrategias para orientar y guiar a los apéndice sobre aspectos relevantes de los contenidos de aprendizaje.**

Señalizaciones: son toda clase de claves o avisos, orientados a que el estudiante reconozca lo importante; es aconsejable ordenar la información utilizando expresiones tales como “primero”, “segundo”; explicar los conceptos de interés acompañándolos con ejemplos, utilizando mayúsculas, minúsculas, en distintos tamaños con tipos distintos de letras resaltando con negrillas y empleo de cajas para resaltar información.

Discurso: debe contener tres aspectos fundamentales, lo dado, lo nuevo y la evaluación; en lo dado el docente evoca contenidos verdaderamente conocidos por los estudiantes y refuerza lo aprendido (conocimientos previos). Lo nuevo, el docente no debe exagerar en las ideas hay que dosificar los conceptos, realizando ejemplos simples, recapitulando y repitiendo lo fundamental; el discurso debe ser contextualizado que vincule los conocimientos previos con coherencia local y global. La evaluación consiste en realizar preguntas dirigidas a los estudiantes para asegurarse de que se está comprendiendo.

- **Estrategias para mejorar la codificación de la información por aprender.**

Ilustraciones: se orientan a reproducir o representar objetos, procedimientos o procesos cuando no se tiene la oportunidad de tenerlos en su forma real, pueden ser fotografías, dibujos, pinturas, entre otras.

Para utilizar las ilustraciones hay que considerar que imágenes queremos presentar (calidad, cantidad, utilidad), con que intenciones (describir, explicar, complementar, reforzar), asociadas al discurso y a quienes serán dirigidas (características de los alumnos, como conocimientos previos, nivel de desarrollo cognitivo, etcétera).

Las ilustraciones son recomendables para comunicar ideas de tipo concreto o de bajo nivel de abstracción, conceptos de tipo visual o espacial, eventos que ocurren de manera simultánea y para ilustrar procedimientos o instrucciones.

Las ilustraciones son de tipo: descriptivo, expresiva, constructiva, funcional y algorítmicas; las de tipo descriptivo muestran como es un objeto físicamente, se utiliza cuando el objeto es difícil de describir o comprender en términos verbales; las expresivas son ilustraciones que buscan lograr un impacto en el estudiante considerando aspectos actitudinales y emotivos, ejemplos de ellas son las víctimas de guerra, la hambruna, desastres naturales, entre otras.

Las ilustraciones constructivas son útiles cuando se busca explicar los componentes o elementos de una totalidad, ya sea un objeto, un aparato o un sistema, ejemplos son: diagramas de partes de una máquina, esquemas del aparato reproductor femenino, etcétera. Las ilustraciones funcionales describen visualmente las distintas interacciones o funciones existentes entre las partes de un objeto o sistema para que este entre en operación, ejemplos son: fases del ciclo del agua en la naturaleza, esquema del proceso de comunicación social, entre otros. Las ilustraciones algorítmicas son utilizadas para describir procedimientos, incluye diagramas de pasos de una actividad, rutas críticas, demostraciones de reglas o normas, etcétera. Un ejemplo son diagramas de los primeros auxilios y pasos a seguir para transportar una persona fracturada.

Gráficas: son recursos que expresan relaciones de tipo numérico o cuantitativo entre dos o más factores o variables por medio de líneas, sectores, barras, etcétera; son de dos tipos lógico matemáticas y de arreglo de datos. Ejemplos de graficas lógico matemáticas son: grafica de la variación de la presión atmosférica en relación con la altitud sobre el nivel del mar, la curva de la pérdida de audición en función de la edad, entre otras.

En las gráficas de arreglo de datos, se busca ofrecer comparaciones visuales y facilita el acceso a un conjunto de datos, ejemplos son: los histogramas, mapas de puntos y graficas de sectores.

Preguntas intercaladas: como su nombre lo indica, son preguntas que se van insertando en partes importantes del texto cada determinado número de secciones o párrafos, de modo que los lectores las contestan a la par que van leyendo el texto.

Su función esencial es la de focalizar la atención sobre aspectos específicos, deben alentar a que el estudiante se esfuerce en ir más allá del contenido literal, de manera que cumpla funciones de repaso, integración y construcción. Las preguntas intercaladas pueden ayudar a supervisar el aprendizaje, mediante retroalimentación correctiva informando si su respuesta a la pregunta es correcta o no y porque, cumpliendo funciones de evaluación formativa.

- **Estrategias para organizar la información nueva por aprender.**

Resumen: es una versión breve del contenido que habrá de aprenderse, donde se enfatizan los puntos más importantes de la información; un buen resumen debe comunicar las ideas de manera expedita, precisa y ágil.

Organizadores gráficos: son representaciones visuales que comunican la estructura lógica del material educativo, ejemplo son los cuadros sinópticos, los cuadros C-Q-A y los diagramas simples de jerarquización de la información. Para el diseño de los cuadros sinópticos, se recomienda que los temas centrales o conceptos claves se coloquen con sus nombres en la parte izquierda de las filas de arriba hacia abajo, ubicando en la parte inferior la información más compleja.

En la parte superior de las columnas se debe colocar los nombres de las ideas o variables que desarrollan dichos temas, de izquierda a derecha. En un momento determinado los temas pueden llegar a incluir subtemas que se añadirían subdividiendo las filas correspondientes. Los cuadros sinópticos pueden presentarse con doble columna expresando relaciones como: causas/consecuencias, gusto/disgusto, teoría/evidencia, problema/solución, antes/después, acciones/resultados.

Los cuadros C-Q-A, se caracterizan por tener dos filas y tres columnas, la primera columna lleva el nombre de “Lo que se conoce” y se simboliza con la letra C y se utiliza para anotar lo que ya se sabe en relación con la temática. La segunda columna lleva el nombre de “Lo que se quiere conocer o aprender”, se simboliza con la letra Q, la tercera columna se denomina “Lo que se ha aprendido” y se representa con la letra A; la primera y segunda columna se deben llenar al inicio de la situación de enseñanza-aprendizaje, para provocar que los estudiantes logren activar sus conocimientos previos y desarrollen expectativas apropiadas. La tercera columna puede irse llenando durante el proceso o al término del mismo. Los cuadros C-Q-A permiten que los estudiantes reflexionen y tomen conciencia de lo que no sabían al inicio del proceso y lo que han logrado aprender al término del proceso.

Los diagramas simples de jerarquización organizan la información jerárquicamente, estableciendo relaciones de inclusión entre los conceptos o ideas, ejemplos son los diagramas de llaves, de árboles y los círculos de conceptos.

Los diagramas de árbol se elaboran estableciendo las relaciones jerárquicas de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba.

Por otro lado es recomendable en la elaboración de círculos de conceptos tener en cuenta que un círculo representa solo un concepto, considerar que el círculo debe tener un nombre que represente dicho concepto; si se quiere demostrar relaciones inclusivas puede dibujarse un círculo pequeño dentro de un círculo mayor, cada círculo deberá tener su propio concepto y nombre. Los conceptos que sean mutuamente excluyentes deben representarse por círculos separados; el título que describe al diagrama debe colocarse en la parte superior del mismo, se recomienda incluir una oración explicativa debajo del diagrama.

Mapas y redes conceptuales: son representaciones gráficas de segmentos de información o conocimiento conceptual. Los mapas conceptuales son estructuras donde se jerarquiza la información en niveles de generalidad o inclusividad conceptual; están conformados por conceptos, proposiciones y palabras de enlace. La jerarquización quiere decir que se colocan los conceptos más inclusores o generales en la parte superior del mapa; y en los niveles inferiores, los conceptos subordinados a estos, pueden clasificarse en tres tipos: conceptos supraordinados (que incluyen o subordinan a otros), coordinados (que están al mismo nivel de inclusión que otros) y subordinados (que son incluidos o subordinados por otros).

Para la elaboración de mapas conceptuales es necesario hacer una lista de los conceptos involucrados, clasificarlos por nivel de inclusividad por lo menos en dos niveles para establecer relaciones de supra, co o subordinación existente entre conceptos, identifique el concepto nuclear o de mayor inclusividad, ubicándolo en la parte superior del mapa, vincule los conceptos entre sí por medio de líneas rotuladas, reelabore el mapa por lo menos una vez más, esto permite identificar nuevas relaciones no previstas.

Las redes conceptuales no necesariamente se organizan por niveles jerárquicos, la estructura más utilizada en su conformación es la “araña”, donde se ubica un concepto central y varias ramificaciones radiales que expresan proposiciones; de la misma manera se utiliza la estructura de “cadena” donde los conceptos se enlazan unidireccionalmente, por ejemplo de derecha a izquierda o de arriba abajo. En las redes se utiliza un grupo fijo de palabras de enlace para vincular los conceptos, divididas así: relación de jerarquía (“parte de”, “segmento de”, “porción de”, “tipo de”, “ejemplo de”, “hay n tipos de”, “es una clase de”); relación de encadenamiento (“antes que”, “primero que”, “después que”, “posterior a”, “causan”, “generan”, “provocan”); relación de racimo (“análogo a”, “parecido a”, “semejante a”, “característica de”, “tiene”, “es un rasgo de”, “indica que”, “demuestra”, “confirma”, “documenta”). Por otro lado las relaciones entre los conceptos se indican por medio de flechas que expresan el sentido de la relación.

Para su elaboración al igual que los mapas conceptuales hay que hacer una lista de conceptos involucrados, identificar el concepto nuclear, establecer relaciones entre conceptos según las categorías (jerarquía, encadenamiento y racimo), no es necesario construirla jerárquicamente, vuelva a elaborarla al menos una vez más.

- **Estrategias para promover el enlace entre los conocimientos previos y la nueva información que se va a aprender.**

Organizadores previos: es un recurso preinstruccional compuesto por conceptos y proposiciones de mayor nivel de inclusión y generalidad que la información nueva que se va a aprender, no es un resumen de información previa, es una configuración con base en ideas y conceptos de mayor nivel de inclusividad; cumplen la función de activar o crear conocimientos previos pertinentes para asimilar la información nueva a aprender, sirven de puente entre la información que ya posee con la nueva y ayudan a organizar la información que ha aprendido y que está aprendiendo, considerando sus niveles de generalidad-especificidad y su relación de inclusión.

Analogías: son comparaciones entre dos o más conceptos en relación con sus características o elementos componentes.

Identificas y conceptualizadas las estrategias de enseñanza, los docentes pueden utilizarlas siguiendo un ordenamiento lógico considerando tres fases en el proceso de enseñanza: la primera de carácter introductoria, donde el estudiante activa sus conocimientos previos, genera expectativas apropiadas y se plantea el problema de aprender como una actividad intencional, para esto el docente puede utilizar organizadores previos, explicación de objetivos, actividad focal introductoria, entre otras.

En la segunda fase, la información nueva se presenta dando oportunidad para que los estudiantes la construyan conjuntamente con el profesor, utilizando señalizaciones, ilustraciones, preguntas intercaladas, analogías, resúmenes, organizadores, etcétera.

La última fase es utilizada para que el estudiante integre, amplíe y consolide la información, mediante mapas conceptuales, cuadros sinópticos, cuadros C-Q-A, entre otras.

Por otro lado las estrategias de aprendizaje hoy en día buscan que los estudiantes aprendan a aprender, con características de autonomía, independencia y autorregulación. Los estudiantes deben reflexionar que para aprender es necesario controlar su proceso de aprendizaje, concientizarse de lo que hacen, captar las exigencias de la tarea y responder consecuentemente; planificar y examinar sus realizaciones, identificar aciertos y dificultades, emplear estrategias de estudio pertinentes para cada situación, valorar los logros obtenidos y corregir sus errores.

Las estrategias de aprendizaje no son ejecutadas por el profesor sino por el estudiante, considerando fundamentalmente que el aprendiz quiera y desee aprender, de forma consciente, controlada e intencional; por otro lado es necesario que el estudiante domine las estrategias en cuanto a las técnicas que las constituyen, cuando y como utilizarlas. Por último el estudiante debe ser capaz de seleccionar inteligentemente las estrategias para alcanzar el aprendizaje significativo.

Las estrategias de aprendizaje según Díaz Barriga (2002), se pueden clasificar en función de que tan generales y específicas son, del dominio del conocimiento al que se aplican, del tipo de aprendizaje que favorecen, de su finalidad, del tipo de técnicas particulares que conjugan, entre otras. A continuación se conceptualizaran las más utilizadas:

Las estrategias de recirculación de la información, son las más primitivas empleadas, consiste en repetir una y otra vez la información que se ha de aprender en la memoria de trabajo, hasta lograr establecer una asociación para luego integrarla en la memoria a largo plazo.

Las estrategias de elaboración básicamente integran y relacionan la nueva información que han de aprender con los conocimientos previos pertinentes, esta estrategia permite un tratamiento y codificación de la información más sofisticada, apoyada en elaboraciones visuales y parafraseo.

Las estrategias de organización de la información, hacen una reorganización constructiva de la información que ha de aprender, organizando, agrupando y clasificando la información.

Contextualizando y enfocando el aprendizaje en dos procesos: el memorístico y el aprendizaje significativo, podemos organizar las estrategias de aprendizaje según Pozo (1990) en Díaz Barriga (2002), de la siguiente manera: en el aprendizaje memorístico, el tipo de estrategia es la recirculación de la información cuyo objetivo es el repaso simple y el apoyo al repaso, utilizando técnicas para el caso de la primera mediante la repetición simple y acumulativa, y para la segunda, subrayando, destacando y copiando.

Para el proceso del aprendizaje significativo se consideran las estrategias de elaboración de la información y la organización de la información; para la primera el objetivo es el procesamiento simple y complejo de la información, utilizando como técnica en el procesamiento simple, las palabras claves, rimas, imágenes mentales, parafraseo; en el complejo, las técnicas como: la elaboración de inferencias, resúmenes, analogías y elaboraciones conceptuales.

En la estrategia de organización de la información el objetivo es la clasificación de la información y la jerarquización y organización de la información, para la primera utilizando la técnica de categorías y en la segunda, utilizando técnicas como: redes semánticas, mapas conceptuales y uso de estructuras textuales.

Para complementar las diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje es necesario conceptualizar el término “metacognición”, definida según Brown (1987), en Díaz Barriga (2002), como el conocimiento sobre nuestros procesos y productos de conocimiento; un ejemplo de experiencia metacognitiva es cuando el estudiante siente que algo es difícil de aprender, comprender o solucionar o cuando cree que la tarea esta cada vez más próxima de conseguir o cuando se percibe que una tarea es más difícil que otra.

De la misma manera intrínseca a la metacognición aparece la autorregulación, en la cual el estudiante se pregunta ¿Qué voy a hacer?, ¿Cómo lo voy a Hacer? (Planeación), ¿Qué estoy haciendo?, ¿Cómo lo estoy haciendo? (Supervisión), ¿Qué tan bien o mal lo estoy haciendo (revisión y evaluación).

2.4 MARCO LEGAL

La investigación se realizó bajo parámetros establecidos en las normatividades dispuestas en el Proyecto Educativo Institucional, el Proyecto Educativo del Programa y las normas legales definidas en la Constitución Política de Colombia de 1991, la Ley 30 de 1992, la Ley 115 de 1994, la ley 1188 de 2008 y el decreto 1295 reglamentario para las condiciones mínimas de calidad.

3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La investigación, presenta como resultados: el diseño detallado del elevador de cangilones, proceso de construcción, manuales de mantenimiento y seguridad industrial del elevador, manual didáctico que facilita el proceso de aprendizaje significativo, evaluación del elevador de cangilones como kit didáctico y un prototipo del kit didáctico. El proyecto de investigación se desarrollo siguiendo el orden definido por cada uno de los objetivos específicos propuestos así:

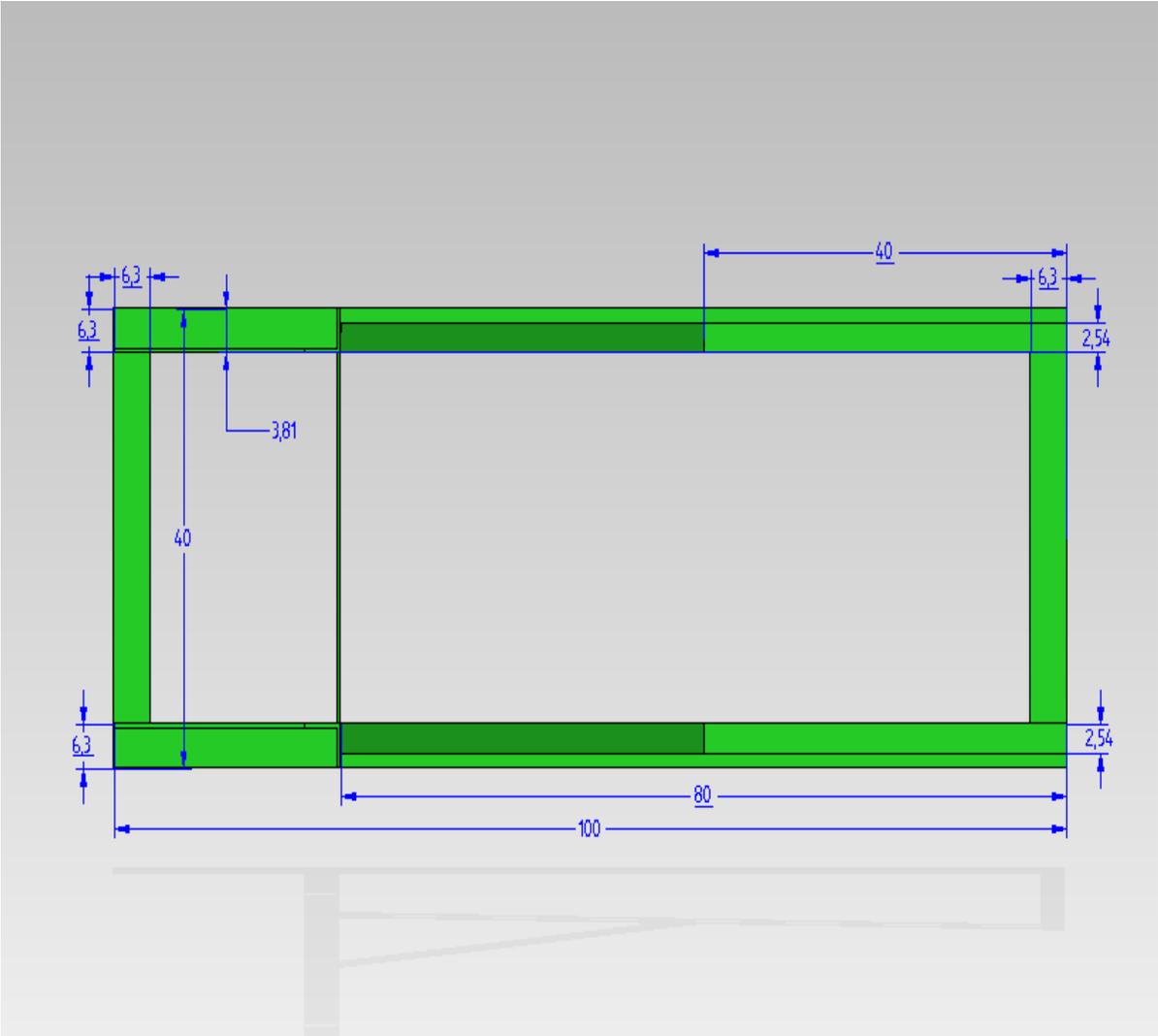
3.1 DISEÑO ELEVADOR DE CANGILONES PARA ADAPTARLO A KIT DIDÁCTICO

El elevador de cangilones fue elaborado en acero estructural, material cortado manualmente y soldado para darle forma a una estructura horizontal inclinada, la cual almacena materia prima a transportar; dicha estructura horizontal está unida a una estructura vertical, donde se encuentran ubicados los mecanismos de elevación y transmisión de potencia.

El elevador de cangilones es impulsado por un motor monofásico de 1/4 caballo de potencia a 1800 revoluciones por minuto, el mecanismo de elevación utiliza cadenas y piñones conectados a un conjunto de cangilones almacenadores de materia prima a transportar.

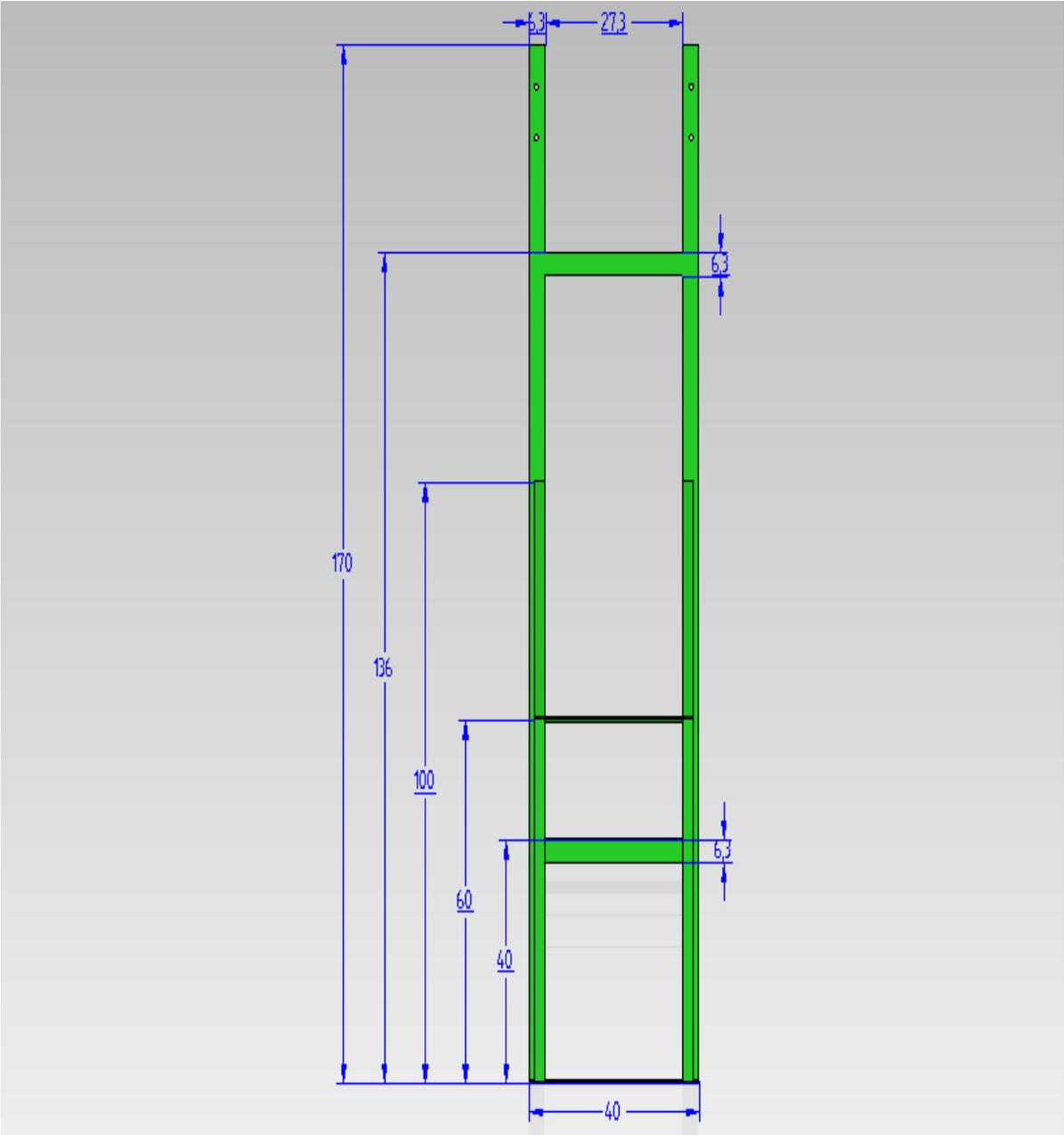
A continuación en las figuras 3, 4 y 5, se muestran las vistas superior, frontal y lateral derecha del elevador de cangilones; las medidas están expresadas en centímetros a escala real.

Figura 3. Vista superior elevador de cangilones.



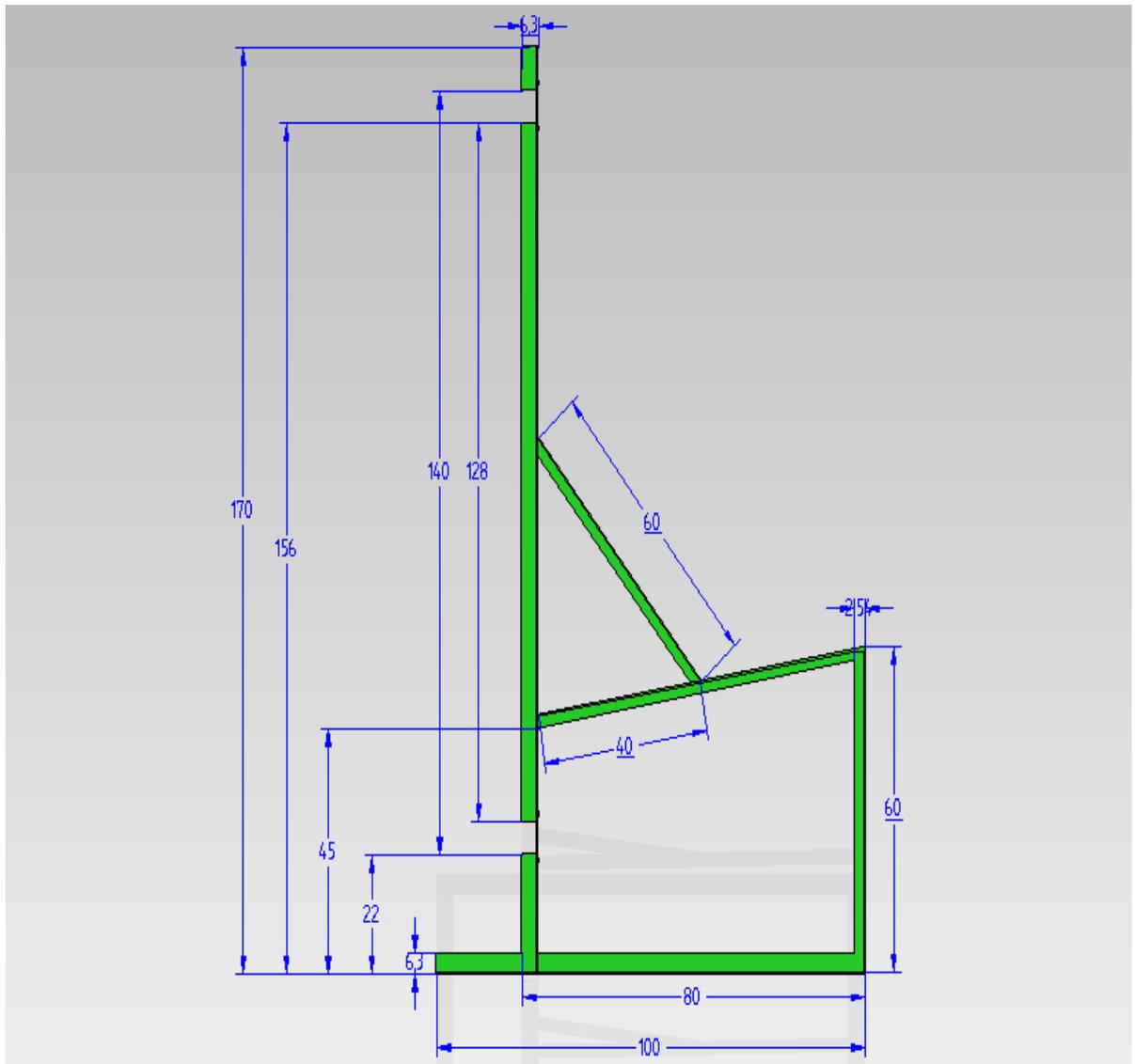
Fuente. Esta Investigación

Figura 4. Vista frontal elevador de cangilones.



Fuente: Esta investigación

Figura 5. Vista lateral elevador de cangilones.



Fuente: Esta investigación

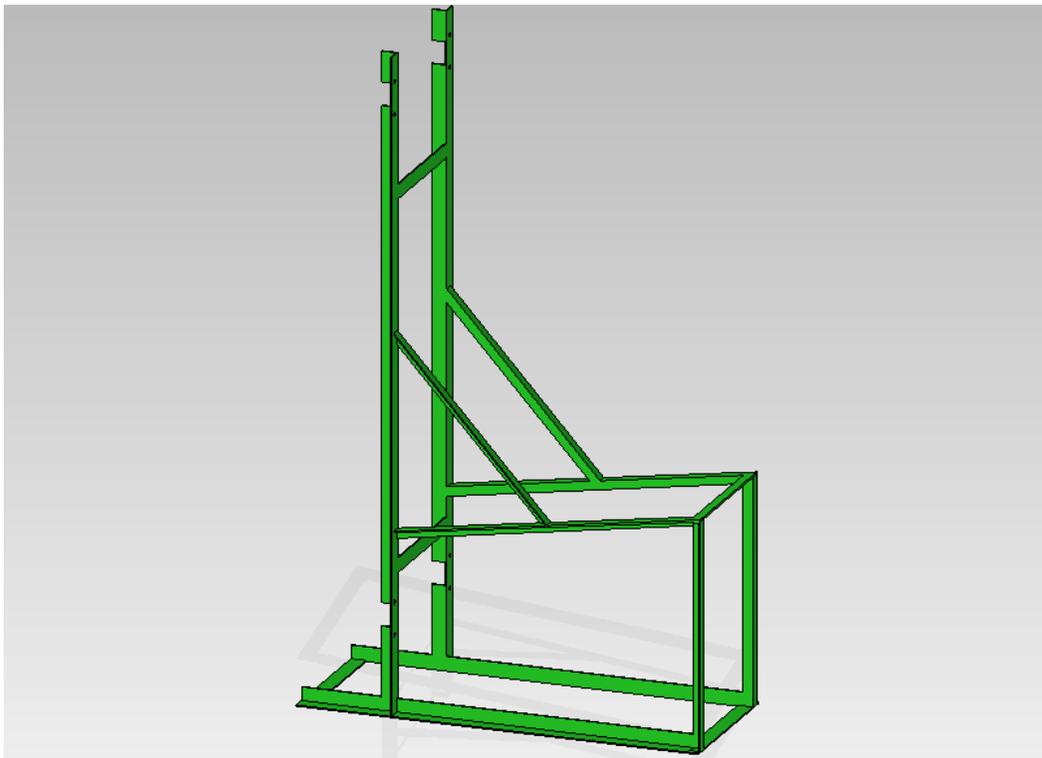
Los materiales utilizados para el diseño del elevador fueron: acero estructural, cadenas de transmisión, piñones, chumaceras, poleas, tornillos, tuercas, lamina de acero cold rolled, tela, acrílico, ángulo de aluminio y remaches. Para unir la estructura del elevador se utilizó soldadura 6013.

La estructura, fue elaborada en ángulo estructural de $1\frac{3}{4}$ de pulgada y espesor de $\frac{1}{8}$ de pulgada, el material fue cortado manualmente con segueta y ensamblados posteriormente mediante soldadura y tornillos. Finalmente se pulieron las superficies soldadas para darle un mejor acabado.

Los aceros estructurales utilizados fueron seleccionados mediante catalogo teniendo en cuenta sus propiedades de resistencia. La estructura del elevador de cangilones presenta las siguientes dimensiones: 170 cm de alto, 100 cm de largo y 40 cm de ancho, En la parte inferior derecha se encuentra el soporte del motor con una medida de 60 cm de largo por 20 cm de ancho.

A continuación se muestra en la figura 6 la estructura del elevador de cangilones.

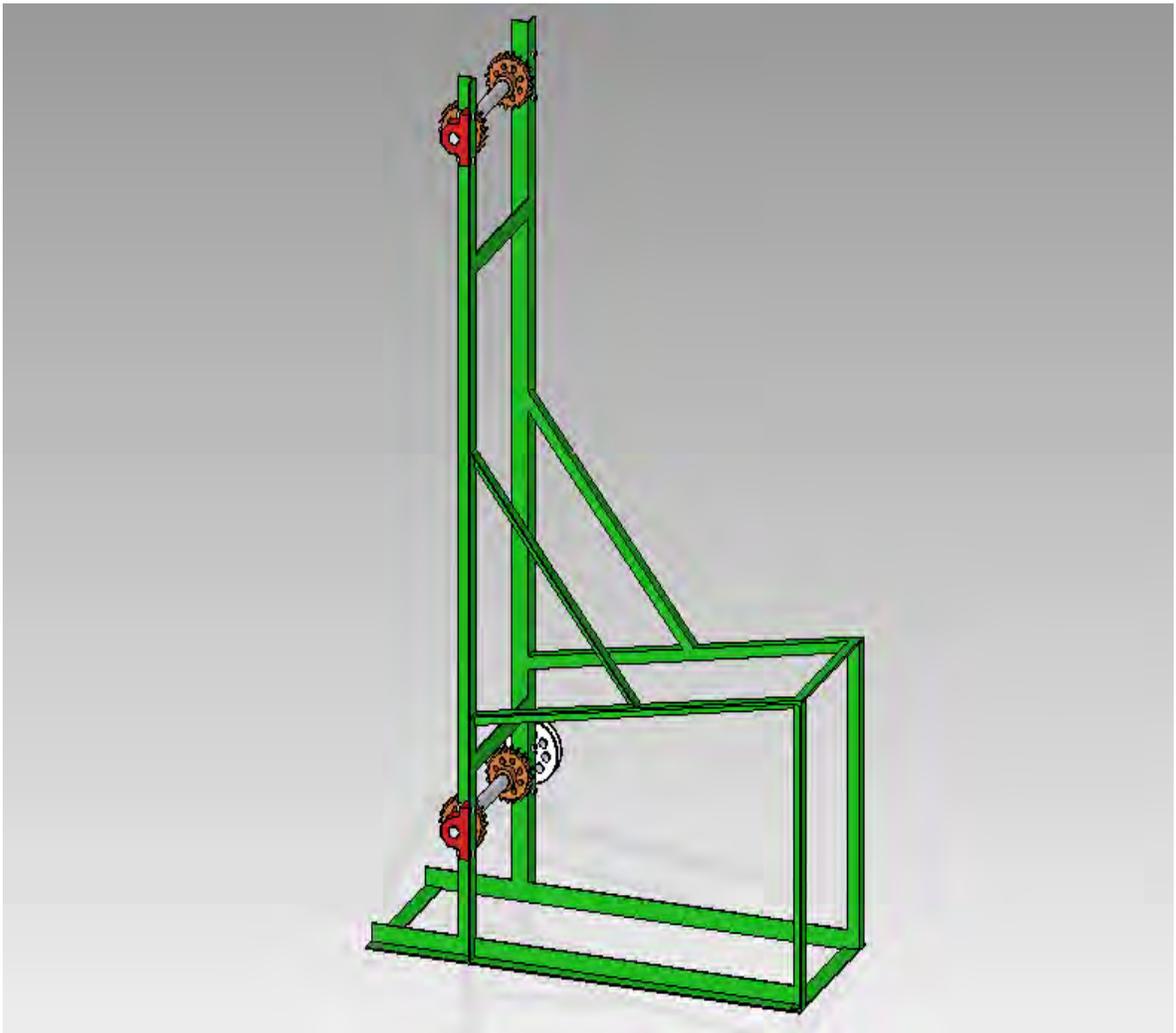
Figura 6. Estructura elevador de cangilones



Fuente: Esta investigación.

Los elementos de soporte utilizados fueron: ejes, chumaceras, polea, piñones y cadenas de transmisión. El material utilizado para los ejes fue acero 1035 de 1 pulgada de diámetro; se utilizaron piñones y cadenas dobles del mecanismo de distribución del Mazda 323, con referencia E 303-12-425 y 0488-23-260 respectivamente, elementos utilizados en la construcción de maquinaria de transporte en la planta piloto prototipo de Universidad Cooperativa de Colombia; las chumaceras son de bolas para eje de 1 de pulgada. En la figura 7 se aprecia la configuración de los ejes de transmisión del movimiento.

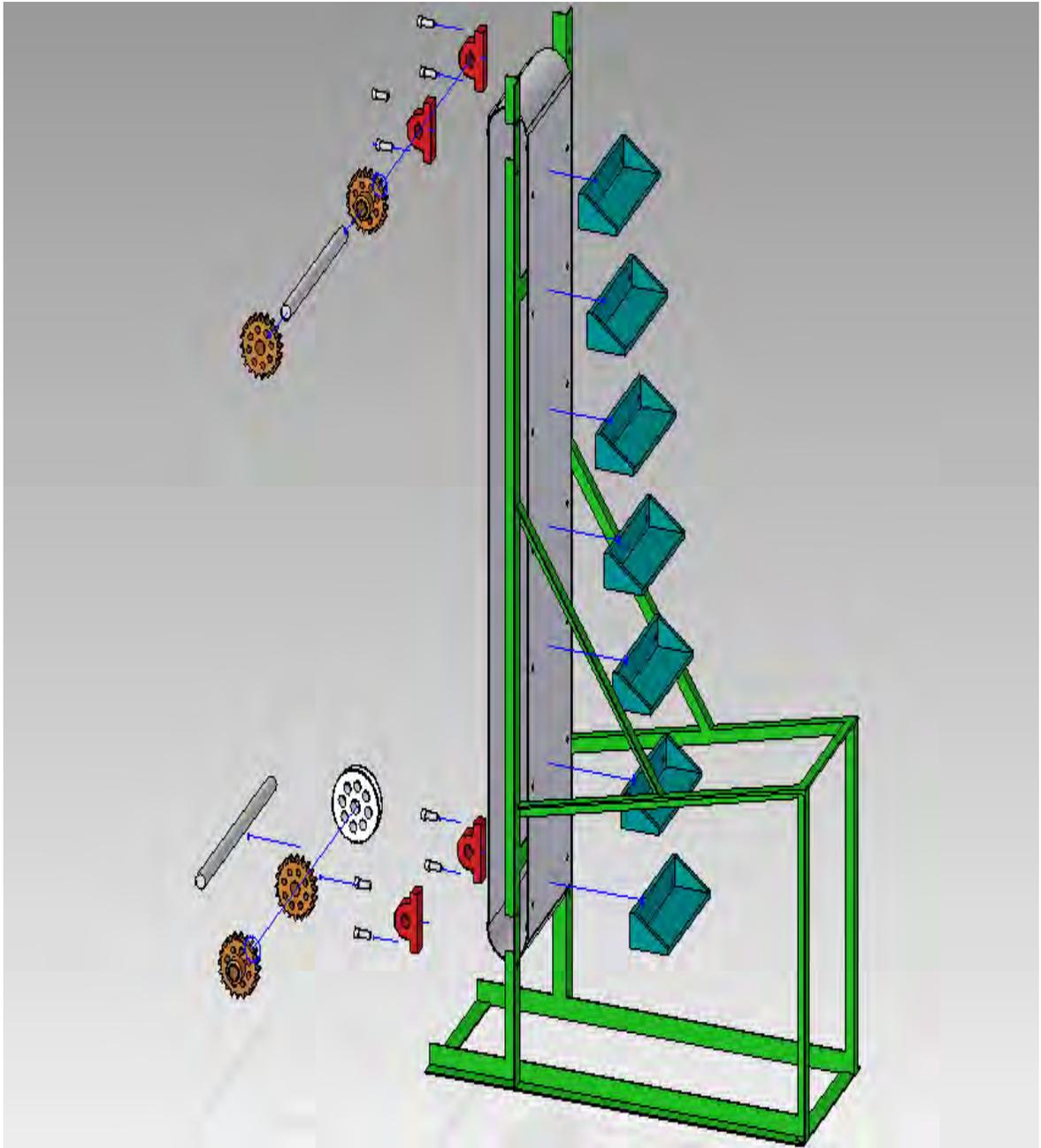
Figura 7. Sistema eje, piñones y dispositivos de transmisión del movimiento.



Fuente: Esta investigación

En la figura 8 se muestra el despiece del elevador de cangilones indicando cada uno de los elementos de transmisión que la conforman.

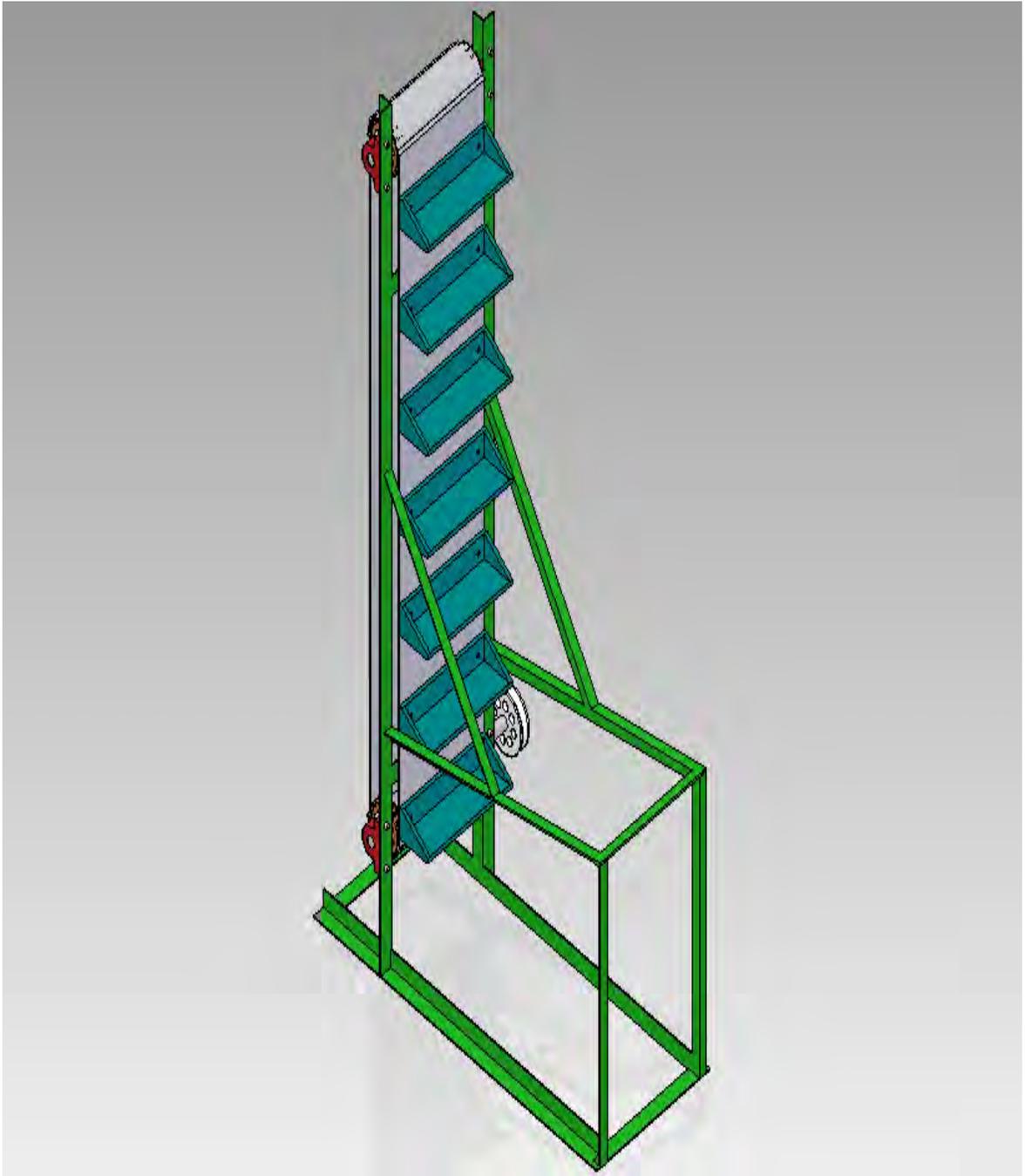
Figura 8. Despiece elevador de cangilones.



Fuente: Esta investigación

En la figura 9 muestra el elevador de cangilones.

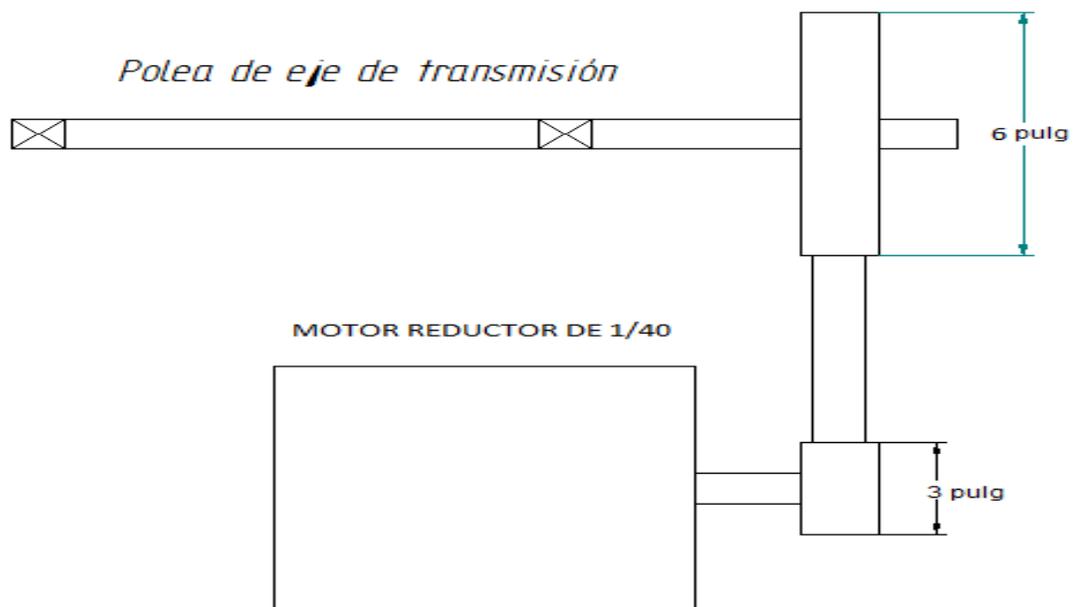
Figura 9. Elevador de cangilones.



Fuente: Esta investigación

Para el cálculo de la velocidad de descarga del elevador (m/s), se requiere conocer la velocidad de la polea motriz (N) en rpm y el diámetro de la polea matriz (D) en metros, de acuerdo con la siguiente igualdad: $V = ND/19.10$; el diámetro se lo obtuvo resolviendo la igualdad: $D = 1787.3 / N^2$, si se requiere una velocidad determinada de descarga. Para el caso del elevador propuesto se tiene que el diámetro de la polea motriz fue igual a 6 pulgadas (0.1524 m), la potencia del motor 0.25 hp, las revoluciones por minuto del motor 1800 y la velocidad de la polea motriz en rpm se calculo, basándose en la siguiente configuración del sistema de transmisión.

Figura 10. Esquema sistema de transmisión



Fuente: Esta investigación.

Se determinó las revoluciones por minuto de todo el sistema, considerando que se utilizó un reductor de velocidad de 1 a 40 así:

$$N_1 = 1800/40$$

$$N_1 = 45 \text{ rpm}$$

$$N_2 D_2 = N_1 D_1$$

$$N_2 = N_1 D_1 / D_2$$

$$N_2 = (45 * 3) / 6$$

$$N_2 = 22.5 \text{ rpm}$$

Reemplazando el diámetro de la polea matriz en metros (0.1524 m) y las rpm de N_2 se obtuvo la velocidad así:

$$V = N_2 D_2 / 19.10$$

$$V = (22.5 * 0.1524) / 19.10$$

$$V = 0.1795 \text{ m/s}$$

Para calcular la capacidad (Q) del elevador fue necesario identificar la distancia entre cangilones (d) en m, el volumen del cangilón (q) en m^3 , el peso volumétrico del material (p) en kg / m^3 , la eficiencia del elevador (e) a partir del 70%, la velocidad de la banda (V) en m/seg y el número de cangilones (C) por metro de banda así:

La distancia d entre cangilones es de 5 cm equivalente a 0.05 m, entonces el número de cangilones por metro es de:

$$C = 1/d$$

$$C = 1/0.05$$

$$C = 20$$

Para determinar la capacidad se debe conocer el peso del material por cangilón (P) en kg, resolviendo la siguiente igualdad:

$$P = q * p * e$$

Donde el volumen del cangilón q es 0.00007886 m^3 de acuerdo con la norma DIN 15230 calculando el área del cangilón de chapa 15232 para materiales en trozos pequeños o cereales igual a 0.000517 m^2 y multiplicándola por la longitud del cangilón de 0.1524 m . El peso volumétrico del material (p), fue calculado con el peso del material a transportar que ocupan un metro cúbico; el valor identificado fue de 867.7 kg /m^3 para transportar lentejas, con una eficiencia del sistema del 70% entonces:

$$P = q * p * e$$

$$P = 0.00007886 * 867.7 * 0.70$$

$$P = 0.0478 \text{ kg}$$

La capacidad (Q) del elevador en kg/seg calculada fue:

$$Q = P * C * V$$

$$Q = 0.0478 * 20 * 0.1795$$

$$Q = 0.1716 \text{ kg/seg}$$

$$Q = 617.8 \text{ kg/ h}$$

Se determinó el número de bandas necesarias para transmitir la potencia del motor, los datos que se conocen son los siguientes: potencia 0.25 Hp , revoluciones por minuto del motor 1800 , diámetro de la polea 1 D_1 3 pulgadas, diámetro de la polea 2 D_2 6 pulgadas y el reductor de velocidad fue de $1/40$.

Se determinaron las revoluciones por minuto de todo el sistema así:

$$N_1 = 1800/40$$

$$N_1 = 45 \text{ rpm}$$

$$N_2 D_2 = N_1 D_1$$

$$N_2 = N_1 D_1 / D_2$$

$$N_2 = (45 * 3) / 6$$

$$N_2 = 22.5 \text{ rpm}$$

Se determinó la distancia entre centros del sistema así:

$$c_1 = 3R_1 + R_2$$

$$c_1 = 3(1.5) + 3$$

$$c_1 = 7.5 \text{ pulgadas}$$

$$c_1 = 19 \text{ cm}$$

$$c_1 = 0.19 \text{ m}$$

Se calculó la longitud de las bandas así:

$$L_1 = 2c_1 + (R_1 + R_2) + (R_1 - R_2)^2 / c_1$$

$$L_1 = 2(7.5) + (1.5 + 3) + (3 - 1.5)^2 / 7.5$$

$$L_1 = 15 + 4.5 + 0.3$$

$$L_1 = 19.8 \text{ Pulgadas; tiende a 20 Pulgadas}$$

Se calculó la velocidad angular del sistema para encontrar la fuerza de inercia sobre la banda así:

$$w_1 = 2 \pi N_1 / 60$$

$$w_1 = 2 \pi 45 / 60$$

$$w_1 = 4.71 \text{ rad / s}$$

Fuerza de inercia sobre la banda.

$$F_c = W w_1^2 R_1^2 / g$$

Donde W_1 es el peso de la banda en lb / pulgada, para una banda comercial tipo B el peso es de 0.012 lb/pulgada; w_1 velocidad angular en rad / s; R_1 radio de la polea 1; g la gravedad en Pulgadas / s^2

$$F_c = (0.012) (4.71)^2 (1.5)^2 / 386.2$$

$$F_c = 0.00155 \text{ Lb}$$

Se calculó el ángulo de contacto de la polea y la banda; para esto se necesitó el ángulo complementario entonces:

$$\text{Sen } \alpha_1 = R_2 - R_1 / c_1$$

$$\text{Sen } \alpha_1 = \text{sen}^{-1} (3 - 1.5) / 7.5$$

$$\text{Sen } \alpha_1 = 11.5^\circ$$

El ángulo de contacto polea y banda se calculó así:

$$\alpha_1 = 180 - 2 \alpha_1$$

$$\alpha_1 = 180 - 2 (11.5)$$

$$\alpha_1 = 157^\circ$$

Posteriormente se calculo la relación de tenciones en la banda

$$= e^{f / \text{sen}}$$

El factor de fricción f para una polea de aluminio es de 0.2 y ϕ es el ángulo de fricción de la polea en B, que para poleas planas es 1 y para poleas en B oscila entre 17° a 19° ; en el cálculo se asume el ángulo de fricción de 18° ; el ángulo de contacto debe estar en radianes entonces $\phi_1 = ((157^\circ * 3.1416) / 180^\circ) = 2.74 \text{ rad}$ y $\phi_2 = 2.54 \text{ rad}$.

$$\phi_1 = e^{(0.2)(2.74) / \text{sen } 18}$$

$$\phi_1 = e^{1.77}$$

$$\phi_1 = 5.9$$

Se calculó el momento torsor que produce el motor así:

$$Mt_1 = (63025 * P) / n_1$$

Donde P es la potencia del motor y N_1 la revoluciones por minuto del motor

$$Mt_1 = (63025 * 0.25) / 1800$$

$$Mt_1 = 8.75 \text{ lb x pulgada}$$

Con el momento torsor se calculó la tensión en el lado flojo y tenso de la banda así:

$$T_1 = F_c + (\phi_1 / \phi_1 - 1) (Mt_1 / R_1)$$

$$T_1 = 0.00155 + (5.9 / 5.9 - 1) (8.75 / 1.5)$$

$$T_1 = 7 \text{ lb}$$

$$T_2 = T_1 - (Mt_1 / R_3)$$

$$T_2 = 7 - (8.75 / 1.5)$$

$$T_2 = 1.2 \text{ lb}$$

Para una banda comercial tipo B de 5/8 de ancho por 17 / 32 de alto, la cual soporta una tensión máxima de 200 lb con un factor de seguridad para transportadores de servicio ligero de 1.2, se calculó el esfuerzo permisible así:

$$p = S_y / FS$$

$$p = 200 / 1.2$$

$$p = 167 \text{ lb}$$

El esfuerzo máximo que soportaría la banda se calculó con la tensión mayor y un factor de servicio de 1.4, para 8 horas de trabajo con motores eléctricos así:

$$T_{\text{max}} = T_1 * FS$$

$$T_{\text{max}} = 7 * 1.4$$

$$T_{\text{max}} = 9.8 \text{ lb}$$

Con estos datos se calculo el número de bandas requeridas para el sistema

$$N_o = T_{\text{max}} / p$$

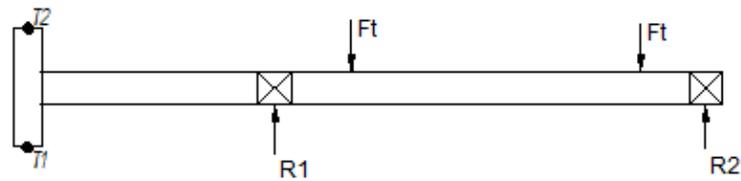
$$N_o = 9.8 / 167$$

$$N_o = 0.06 \text{ este dato se lo aproxima a } 1$$

El sistema de transmisión requiere de una sola banda.

Para el siguiente cálculo solo se consideraron las cargas horizontales, ya que las cargas verticales se desprecian porque los pesos de la polea y los piñones son muy pequeños y no generan pandeo del eje. La fuerza F_t se calcula con la formula $M_t = F_t * R_p$ donde M_t es el torque generado por el motor y R_p es el radio del piñón, entonces:

Figura 11. Cargas sobre el eje de transmisión



Fuente: Esta investigación

$$M_t = (63025 * P) / N_2$$

$$M_t = (63025 * 0.25) / 22.5$$

$$M_t = 700 \text{ lb} * \text{pulgada}$$

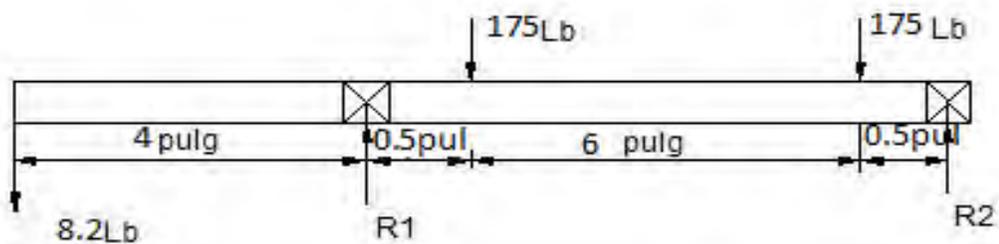
$$F_t = M_t / R_p$$

$$F_t = 700 / 4$$

$$F_t = 175 \text{ lb}$$

La reacción que se presenta en la polea es la suma de la tensión T₁ igual a 7 lb y la tensión T₂ igual a 1.2 lb cuyo resultado es 8.2 lb; se reemplazan los datos en el sistema así:

Figura 12. Diagrama para el cálculo de las cargas en los cojinetes



Fuente: Esta investigación

Para calcular las reacciones R_1 y R_2 se realizó la sumatoria de momentos en 1 así:

$$M_1 = 0$$

$$(8.2 * 4) - (175 * 0.5) - (175 * 6.5) + (R_2 * 7) = 0$$

$$R_2 = 170.3 \text{ lb}$$

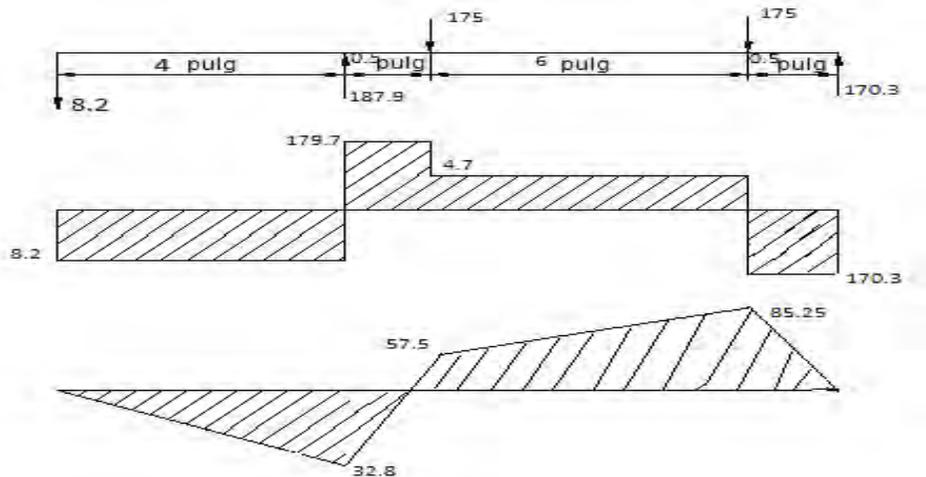
$$F_y = 0$$

$$-8.2 + R_1 - 175 - 175 + 170.3 = 0$$

$$R_1 = 187.9 \text{ lb}$$

Con las reacciones en los cojinetes y las cargas, se elaboraron los diagramas de fuerzas cortantes y de momentos así:

Figura 13. Diagramas de fuerzas cortantes y momentos



Fuente: Esta investigación

Para el cálculo del diámetro del eje, se utilizo la formula

$$D^3 = 16 / S_s \left((K_b M_b)^2 + (K_t M_t)^2 \right)$$

Donde S_s es el esfuerzo permisible para acero 1035 con un valor de 15300 PSI; K_b y K_t son factores de trabajo para ejes en rotación y cargas repentinas; asumen valores de $K_b = 3$ y $K_t = 3$. M_b es el momento flector máximo que se obtiene del gráfico 85.25 lb * pulgada y M_t es el momento torsor relacionado con la potencia del motor cuyo valor es de 700 lb * pulgada entonces:

$$D^3 = 16 / 15300 \left((3 * 85.25)^2 + (3 * 700)^2 \right)$$

$$D^3 = 0.704 \text{ pulg}^3$$

$D = 0.88$ Pulgadas, aproximamos a 1 pulgada.

3.2 CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL ELEVADOR DE CANGILONES.

Para la construcción del elevador se realizo un listado de piezas, que se manufacturaron y se unieron para conformar el sistema siguiendo los planos de diseño realizados en Autocad.

Cuadro 2. Listado de piezas con materiales de construcción

UNIDADES	PIEZAS	MATERIAL
2	Perfiles 100 y 170 cm largo	Ángulo estructural de 1 3/4 x pulgadas
2	Perfiles 60 cm largo	Ángulo estructural de 1 3/4 x pulgadas
4	Platinas 18 cm largo	Platina estructural de 1 3/4 x pulgadas
8	Perfiles 40 cm largo	Angulo estructural de 1 3/4 x pulgadas
2	Perfiles 30 cm largo	Angulo estructural de 1 3/4 x pulgadas
4	Perfiles 35 cm largo	Angulo estructural de 1 3/4 x pulgadas
3	Piezas 20 cm. x 30 cm.	Lamina col roll calibre 22
45	Perfiles 15 cm de largo	Angulo de aluminio 2 x pulgadas
1	Ejes 33 cm de largo	Acero 1035 de 1 pulgada
1	Ejes 28 cm de largo	Acero 1035 de 1 pulgada
1	Banda 200 cm de largo	Banda de cáñamo

Fuente: Esta investigación

El material utilizado en la construcción de la estructura fue ángulo de 1 3/4 x pulgadas y platina de 1 3/4 x pulgadas desarrollando el siguiente procedimiento:

- Toma de medidas
- Cortar los ángulos
- Realizar perforaciones para chumaceras y ejes
- Soldar las platinas a los ángulos
- Soldar los ángulos
- Pulir las soldaduras
- Masillar estructura
- Pintar con anticorrosivo
- Pintar con pintura a base de tiner

En la figura 14 se observa la fotografía de la estructura del elevador.

Figura 14. Fotografía estructura maquina



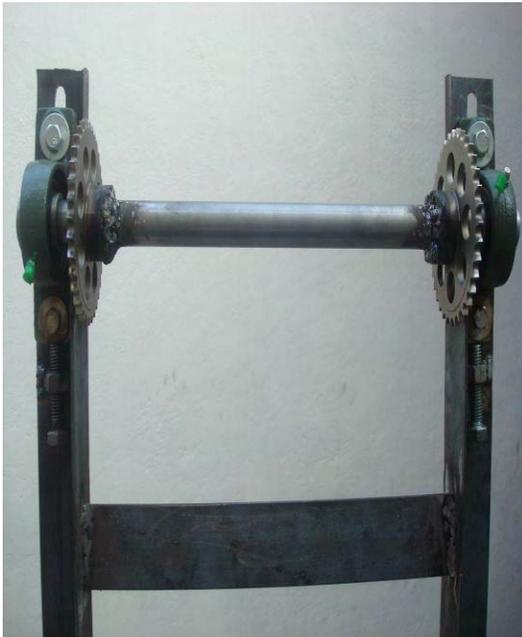
Fuente: Esta investigación

Para la construcción del sistema se utilizó eje de acero 1035 de 1 pulgada de diámetro, en el cual se soldaron los piñones de transmisión realizando los siguientes pasos:

- Toma de medidas al eje
- Corte del eje
- Pulido de los ejes
- Fresado del eje
- Ensamble del piñón al eje
- Soldar piñón al eje
- Pulir soldadura
- Pintar con anticorrosivo

En la figura 15 se observan fotografías del sistema ejes y piñones.

Figura 15. Fotografía sistema eje piñón



Fuente: Esta investigación

Para la construcción de los cangilones se utilizó perfil de Angulo de aluminio de 2 pulgadas el cual se cortó y dobló dando la forma al cangilón, posteriormente se fijaron a la banda con tornillos. Para esto se realizaron los siguientes pasos:

- Tomar medidas al perfil
- Cortar perfiles de aluminio
- Perforar los perfiles agujeros de tornillos
- Perforar la banda agujeros de tornillos
- Doblar ángulo para dar forma al cangilón
- Atornillar el cangilón al ángulo
- Atornillar el cangilón a la banda

En la figura 16 se observa el cangilón construido.

Figura 16. Fotografía del cangilón



Fuente: Esta investigación

En la figura 17 se muestra el elevador de cangilones.

Figura 17. Fotografía elevador de cangilones



Fuente: Esta investigación

Para el funcionamiento del elevador de cangilones, el operario debe accionar un interruptor de encendido y apagado para poner en marcha el motor de 1/4 hp, el cual impulsa una polea de 6 pulgadas quien suministra el torque necesario para mover cuatro piñones que por intermedio de cadenas dobles en donde se encuentra atornillada la banda y los cangilones, elevan el material de transporte una altura determinada. El material de transporte según la práctica a realizar puede ser cereales, lentejas, maíz, frijol, alverja, materiales plásticos peletizados, canicas, entre otros.

El elevador tiene una superficie inclinada en la parte frontal, sobre la cual el operario deposita el material a transportar y por la acción de la gravedad el material se desliza hacia los cangilones, permitiendo un llenado homogéneo del mismo.

Cuando el material almacenado en los cangilones está en la posición más alta la acción de la velocidad impulsa el material depositándolo en el contenedor de recepción. El operario al final de la operación de elevación, debe certificar que el elevador no esté atascado, para esto deja unos minutos en funcionamiento el elevador sin carga verificando su perfecto funcionamiento.

Toda máquina tiene un manual de mantenimiento, en los elevadores de cangilones el daño de sus piezas ocurre generalmente en la base y en la cabeza del elevador, una indicación de este daño es observar superficies pulidas en la cubierta de la cabeza del elevador o en la base del mismo, lo anterior indica que el material transportado está golpeando las superficies con el consecuente daño mecánico de las superficies y por ende el maltrato del material a transportar si se tratan de productos como lentejas, frijol, maíz, alverja, entre otros.

Para evitar esto es necesario verificar que la velocidad del elevador este en los rangos recomendados o calculados para un producto determinado.

El operario debe revisar la parte de atrás de los cangilones, verificando que no queden adheridas partículas o pedazos de material por la acción de la caída del mismo, ya que estos desperdicios pueden ocasionar corrosión o atascamiento del elevador; el operario debe limpiar con un cepillo los cangilones al final de la practica.

En la parte inferior del elevador se puede presentar que un remanente de material a transportar no se deposite en el contenedor de recepción y caigan en el pie del elevador, el operario debe verificar abriendo la compuerta de inspección, para retirar si es necesario el material almacenado.

El operario debe cerciorarse de que en el elevador no haya elementos extraños que puedan trabar su funcionamiento.

Es necesario revisar los remaches y tornillos que sostienen los cangilones cada ocho días, si se encuentran flojos es necesario remplazarlos o ajustarlos.

La vibración excesiva, es una indicación que las poleas están desalineadas o sueltas. Debe apretarse los prisioneros, tanto de la polea motriz como la polea conducida antes de empezar la práctica.

Revisar cada dos meses las chumaceras, piñones y cadenas para su lubricación con grasa o aceite.

Cualquier actividad que se le realice al elevador debe ir acompañada por una orden de trabajo (OT) que será entregada por la persona encargada del laboratorio. Esto con el fin de llevar actualizada la información del funcionamiento del elevador.

En el momento que ocurra algún problema de funcionamiento, consultar la hoja de vida del elevador, ya que en esta se especifica todas las partes que componen la maquina.

El jefe del laboratorio debe programar un mantenimiento rutinario del elevador cada dos meses y así cerciorarse de su buen funcionamiento, verificar desgaste de las piezas y programar su reemplazo.

Para la limpieza se debe utilizar preferentemente cepillos de escoba secos y si es necesario agua, procurando que una vez finalizada la limpieza, el elevador quede completamente seco para evitar oxidaciones.

El mantenimiento debe realizarse utilizando los elementos necesarios como son: extractores para poleas, llaves herramientas o engrasadores si se realizar directamente.

Si se cambia cualquier parte móvil, es importante hacer funcionar el elevador sin material durante unos minutos para verificar y revisar su funcionamiento.

A continuación se detalla la orden de trabajo para el mantenimiento y la hoja de vida del elevador de cangilones.

ORDEN DE TRABAJO PARA EL MANTENIMIENTO DEL ELEVADOR DE CANGILONES

Orden de Trabajo No. _____
 Fecha: _____
 Responsable: _____

PIEZAS	PROCESOS			
	LIMPIEZA	LUBRICACIÓN	AJUSTE	CAMBIO
PIÑONES				
CADENAS				
CHUMACERAS				
EJES				
CANGILONES				
MOTOR				
BANDA				
POLEAS				
BANDA				

Observaciones:

LABORATORIO DE OPERACIONES PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL			
HOJA DE VIDA MAQUINA			
Revisión:		Fecha:	
Número de Páginas: 1-1			
Maquina: Elevador de Cangilones			
CARACTERÍSTICAS			
Piezas de la Banda	Cantidad	Dimensión	Referencia
Estructura	1	170 cm alto, 100 cm largo y 40 cm ancho	
Banda sistema transmisión	1	200 x 40 cm	Cáñamo
Chumaceras	4		
Piñones	4		E303-12-425
Cadena	2	200 cm	0488-23-260
Eje 1	1	33 cm largo por 2 pulgada de radio	1035
Eje 2	1	28 cm largo por 2 pulgada de radio	1035
Polea 1	1	3 pulg.	Tipo B
Polea 2	1	6 pulg.	Tipo B
Banda polea 1 y 2	1	29 pulg.	Tipo B
Cangilones	45	15.3 cm de largo por 5 cm de ancho	
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO			
Corriente: Continua			
Voltaje: 110		Hz: 60	
Amperaje: 8			
Revoluciones por minuto (RPM): 1800			
Caballos de Fuerza del Motor (Hp): 1/4			
OBSERVACIONES:			
ELABORÓ: Gustavo Adolfo Narvaéz De La Rosa			

El manual de seguridad del elevador de cangilones contempla leer atentamente y cumplir todas las normas de seguridad, antes de encender el elevador de cangilones así:

- Antes de utilizar el elevador, colocar todos los dispositivos de protección personal y revisar las protecciones provistas en el elevador las cuales deben estar aseguradas.
- La compuerta del pie del elevador, únicamente debe abrirse por el operario entrenado para realizar la limpieza.
- Nunca acercar las manos a los cangilones del elevador en funcionamiento para acomodar el material a transportar.
- El operario deposita el material sobre la plataforma inclinada y deja que la fuerza de gravedad posicione el material en los cangilones.
- Si algún objeto extraño entra al elevador, no intente retirarlo con la mano; el elevador lo deposita por sí solo en el contenedor de recepción. Informar este evento al encargado del laboratorio.
- Nunca retirar las cubiertas protectoras del elevador.
- Realizar la inspección de seguridad y mantenimiento antes y después de usar el elevador.
- Siempre llevar puesto equipos de seguridad personal como: gafas de protección, tapones para oídos, pantalones largos, zapatos o botas de trabajo con suela de goma. No lleve sandalias o calzado descubierto.
- Antes de utilizar el elevador, comprobar que todas las funciones operen correctamente.
- Mantener el entorno del elevador libre de cualquier objeto y evitar la presencia de otras personas junto a la máquina sin la supervisión del personal encargado de seguridad, mientras ésta se encuentra en funcionamiento.

- En caso de ausencia del operario del elevador, así sea por un corto periodo de tiempo, debe desconectarse para evitar posibles accidentes a otras personas.
- Al ejecutar operaciones de mantenimiento (limpieza, engrase, ajuste o modificación de piezas) debe pararse el elevador previamente y desconectar el mando principal.
- Nunca parar el elevador con la mano.
- En caso de avería, avisar al encargado del mantenimiento del elevador y no intentar repararla por sus propios medios.
- En las prácticas a realizar con el elevador, no llevar ropa suelta o desabrochada, ni anillos, relojes, cadenas o colgantes.
- Nunca tocar las partes en movimiento del elevador.
- Nunca usar el elevador si está bajo la influencia del alcohol, drogas, o medicamentos.
- Utilizar el elevador solamente con el fin para lo que fue diseñado.

3.3 MANUAL DIDÁCTICO

La estructura del manual didáctico, considero tres aspectos fundamentales del aprendizaje y la enseñanza relacionados con: el “Saber Que”, el “Saber Hacer” y el “Saber Ser”.

El “Saber Que”, ubicaba al docente enseñando y al estudiante asimilación: hechos, conceptos, teorías, principios, leyes, y postulados, utilizando estrategias del aprendizaje significativo como: la verificación de conocimientos previos y la clase magistral; las cuales son estructuradas utilizando objetivos, preguntas de indagación, ilustraciones, mapas conceptuales, analogías y cuadros C-Q-A.

El “Saber Hacer”, orientaba su accionar hacia la apropiación de conceptos relevantes respecto a una tarea puntual a realizar, y mediante el elevador de cangilones como ayuda didáctica, se verificaban propiedades, condiciones, reglas generales, procedimientos, destrezas, métodos y operaciones matemáticas; recreando mediante simulación, el transporte de materiales (Café, frijol, maíz, alverjas, lentejas, canicas, entre otros.) y así, calcular la capacidad de maquina del elevador. El manual ofrecía la posibilidad que el docente consigne anexos de literatura especializada para profundizar y reforzar el conocimiento; de la misma manera, exigía a los estudiantes la realización de exposiciones en las cuales expliquen con su propio lenguaje lo fundamental de lo enseñado, mediante la realización de mapas conceptuales, cuadros C-Q-A y simulaciones de nuevos problemas, bajo condiciones iniciales que cambian (velocidad de elevación, material a transportar, volumen del cangilón, distancia entre cangilones, entre otras), propiciando nuevas preguntas de investigación.

El “Saber Hacer” venía acompañado del proceso de autoevaluación, mediante el cual, el docente con la ayuda del Kit didáctico estimulaba en el estudiante las siguientes preguntas: Que voy hacer? Como lo vamos a hacer? (Planeación). Que estoy haciendo? Como lo estoy haciendo? (Supervisión). Que tan bien o mal lo estoy haciendo? (Revisión y evaluación).

En el “Saber Ser”, el manual ofrecía la posibilidad que los estudiantes expliquen cómo les afecto el conocimiento adquirido y si alcanzaron aprendizajes significativos, mediante reflexiones críticas de la realidad que los circunda, haciendo gala de su ética personal y profesional.

Para el diseño del manual didáctico se realizaron las siguientes consideraciones basándose en la teoría de la Gestalt:

El manual didáctico para el aprendizaje significativo de la temática capacidad de máquina utilizando un elevador de cangilones se detalla en el punto de la propuesta.

3.4 EVALUACIÓN DEL ELEVADOR DE CANGILONES COMO KIT DIDÁCTICO

La evaluación del elevador de cangilones como kit didáctico, se realizó aplicando tres instrumentos para la recolección de la información, una entrevista estructurada al docente responsable de la cátedra Mecanismos, la aplicación de una encuesta a los seis (6) estudiantes que cursaron la asignatura y la realización de una prueba comparativa donde los estudiantes debían contestar un cuestionario de preguntas en el cual se evaluaba el “saber qué”, el “saber hacer” y el “saber ser”.

3.4.1 Prueba comparativa. El docente con el grupo completo de estudiantes, realizó su clase impartiendo el conocimiento del “saber que” en la temática capacidad de máquina a través de la exposición magistral explicando la historia, normatividad, la teoría de cómo calcular la capacidad y mediante ejercicios tipos complemento la información. Posteriormente tocó tangencialmente el “saber hacer” utilizando literatura especializada para reforzar el conocimiento y se ubicó en el “saber ser” con la reflexión crítica, preguntándole a todo el grupo como les afectó el conocimiento y si alcanzaron aprendizajes significativos.

Siguiendo el procedimiento de la prueba, el docente utilizando un balótero escogió al azar la mitad de los estudiantes del curso, con quienes realizó la aplicación del “saber hacer” del manual didáctico relacionada con la práctica de simulación guiada y el desarrollo de la simulación del problema de contexto, verificando el dominio del tema con la exposición realizada por los estudiantes

utilizando mapas contextuales y cuadros C-Q-A. El investigador, después de 15 días realizó una evaluación escrita sorpresa a los estudiantes, en la cual respondieron un cuestionario de preguntas en los tres aspectos: “saber qué”, “saber hacer” y “saber ser”, considerando que cada aspecto se subdividía en sus respectivos componentes, teniendo en cuenta que el aspecto del “saber hacer” solo evaluaría el componente literatura especializada y los otros dos componentes (práctica y problema de contexto) se verían reflejados en una mejor asimilación de conceptos en los tres aspectos. El cuestionario constaba de quince preguntas (15), diez (10) de ellas relacionadas con el “saber qué”, tres (3) relacionadas con el “saber hacer” y dos (2) con el “saber ser”. El cuadro No. 3 muestra el comportamiento de la prueba, considerando que el No. 1 representaba las preguntas que los estudiantes contestaron correctamente y el No. 0 representaba las preguntas que los estudiantes erraron. Al final del cuadro, están consignados el total de aciertos del grupo por pregunta, el total de aciertos del grupo por componentes y el total de aciertos por aspectos de la prueba. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Cuadro 3. Resultados prueba comparativa.

COMPONENTE	SABER QUE										SABER HACER			SABER SER		TOTAL	
	VERIFICACIÓN DE CONOCIMIENTOS					EXPOSICIÓN MAGISTRAL					LITERATURA ESPECIALIZADA			REFLEXIÓN CRÍTICA			
NÚMERO DE PREGUNTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
RESULTADOS GRUPO SIN KIT	Losada	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	8
	Jimenez	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	8
	Delgado	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	9
RESULTADOS GRUPO CON KIT	Chicaiza	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	14
	Alpala	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	14
	Martínez	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	13
TOTAL ACIERTOS	6	2	6	4	6	3	6	3	3	3	6	0	6	6	6	66	
TOTAL COMPONENTE	18					24					12			12		66	
TOTAL ASPECTO	42										12			12		66	
TOTAL PRUEBA																66	

Fuente: esta investigación.

Como se pudo observar en el cuadro 3, los estudiantes erraron su respuesta en las preguntas 2, 4, 6, 8, 9, 10 y 12 y respondieron correctamente las preguntas 1, 3, 5, 7, 11, 13, 14 y 15; el mayor número de errores los cometieron los estudiantes que no utilizaron el kit didáctico, y únicamente el estudiante Martínez, (grupo que utilizó el kit) erró en la pregunta 2. La pregunta No. 12, fue errada por todos los estudiantes denotando que no hubo claridad en los conceptos relacionados con la pregunta.

El comportamiento de la prueba, mostró que dos estudiantes que no utilizaron el kit didáctico perdieron la prueba y solo uno la ganó con la calificación de 3.0; por el contrario, los estudiantes que utilizaron el kit didáctico todos ganaron la prueba con notas superiores a 4.0, lo cual indica que el kit didáctico generó en los estudiantes un proceso de asimilación de conocimientos más perdurable en el tiempo.

El análisis por componente, arrojó como resultado en la “verificación de conocimientos previos”, que la pregunta No. 2 ¿calcule el volumen del cangilón q si éste tiene la forma de la mitad de una esfera cuyo radio es de 30 cm?, fue contestada incorrectamente por cuatro estudiantes, tres de los cuales no utilizaron el kit y Martínez, quien sí utilizó el kit, erró la pregunta porque no dividió el resultado del volumen que obtuvo correctamente sobre dos, debido a que el cálculo era sobre la mitad de la esfera.

La pregunta No. 4 ¿calcule las revoluciones por minuto de la polea impulsora de un sistema que consta de un motor con potencia de 1hp a 3600rpm, conectado a un reductor de velocidad de 25 a 1?, del componente anterior fue errada por dos estudiantes que no utilizaron el kit, debido a que realizaron la operación multiplicando por 25 en vez de dividir por 25, mostrando una clara no asimilación de conceptos.

El comportamiento del componente “verificación de conocimientos previos” en la realización de la prueba, verifico que de 24 puntos posibles se obtuvo 18, representados en 11 puntos obtenidos por los estudiantes que utilizaron el kit didáctico, mostrando una asimilación de conocimientos del 92%, frente a 7 puntos obtenidos por los estudiantes que no utilizaron el kit, con una asimilación de conocimiento del 58%.

En el componente “exposición magistral”, se notó aun más la disparidad en los resultados; los estudiantes que utilizaron el kit didáctico respondieron correctamente a todas las preguntas, demostrando una asimilación de conocimientos del 100%, mientras que los estudiantes que no utilizaron el kit didáctico, de 18 puntos posibles obtuvieron 6 puntos, representados en un 33% de asimilación de conocimientos; claramente se observa que fue el componente en que mas erraron los estudiantes en la prueba y el que mejor valida el comportamiento del kit didáctico.

En el componente “literatura especializada” se observo una clara no asimilación de conocimientos relacionados con la pregunta numero 12 ¿el coeficiente de rozamiento en un cangilón de acero que contiene maíz será mayor o menor cuando el elevador esta en movimiento?, en la cual ninguno de los estudiantes la contesto correctamente, debido a que los conceptos de rozamiento en reposo y movimiento sobre superficies no se tenían claros. De los 18 puntos posibles obtuvieron 12 puntos, representados en un 67% en los dos grupos de estudiantes.

El componente “reflexión crítica”, fue muy interesante de analizar; en la pregunta 14 el estudiante debía responder si el conocimiento impartido por el docente en la temática capacidad de maquina fue claro, conciso y si esto le serviría en la vida profesional, la respuesta fue afirmativa en todos los

estudiantes, lo cual demuestra que para ellos el docente realizó un buen trabajo impartiendo la temática. Ellos pensaban que el cuestionario lo habían resuelto en su totalidad correctamente y los conocimientos impartidos estaban asimilados; cosa que no se presentó especialmente en los estudiantes que no utilizaron el kit didáctico.

En el mismo componente la pregunta 15, indagaba si el conocimiento asimilado por el estudiante se mantendría perdurable en el tiempo alcanzando aprendizajes significativos, respuesta que fue afirmativa en todos los estudiantes mostrando que ellos sentían que habían aprendido lo impartido por el docente, hecho que no sucedió en los estudiantes que no utilizaron el kit didáctico.

Analizando la prueba por aspecto, se observa que el “saber qué”, fue en donde se noto con mayor importancia como el kit didáctico, apoyo el proceso de enseñanza aprendizaje, validando lo dicho por Papert (1991), cuando afirma que “el aprendizaje del constructivista ocurre, especialmente bien, si se le pide a alguien construir un producto, algo externo a sí mismo, tal como un castillo de arena, una máquina, un programa de ordenador o un libro” en este caso la práctica en el elevador de cangilones motivo el aprendizaje significativo de conocimientos en los estudiantes.

La prueba comparativa arrojó como resultado una clara superioridad de los estudiantes que utilizaron el kit didáctico, representada en 41 aciertos de preguntas del cuestionario sobre un total de 45, cuyo porcentaje fue de 91%; frente a los 25 aciertos de preguntas del cuestionario de los estudiantes que no utilizaron el kit didáctico sobre un total de 45 puntos, cuyo porcentaje fue de 56%.

En el anexo A se presenta el cuestionario de preguntas realizado a los estudiantes en la prueba de comparación.

3.4.2 Entrevista Estructurada. El docente Guillermo Bolívar Luna Guerrero, respondió textualmente las siguientes preguntas:

- ***¿Cuánto tiempo lleva impartiendo el curso mecanismos?***

El curso mecanismos lo imparto hace siete (7) años, en la Universidad Cooperativa de Colombia Pasto.

- ***¿Antes de utilizar el kit didáctico manejaba alguno de los siguientes elementos en la cátedra mecanismos? Laboratorios, kit didácticos, maquetas, maquinas, otros.***

El curso mecanismos se lo imparte de manera teórica y los estudiantes realizan trabajos de aula construyendo maquetas relacionadas con los diferentes tipos de mecanismos que existen.

- ***¿Cuánto tiempo en porcentaje le asigna usted a los conceptos teóricos con relación a los prácticos en el curso?***

En porcentaje se podría decir que un 80% son conceptos teóricos y un 20% de conceptos prácticos, esta relación se presenta porque en la institución no existen laboratorios de mecanismos, y los elementos del laboratorio de física son muy pocos relacionados con los mecanismos.

- ***¿La Universidad cuenta con escenarios de práctica adecuados para impartir el curso?***

La universidad en mi opinión personal no cuenta con escenarios adecuados para impartir el curso mecanismos en la actualidad, en reuniones docentes realizadas por el decano de la facultad, se nos ha comunicado que el programa realizara paulatinamente la dotación de nuevos laboratorios pero más enfocados a la ingeniería de métodos tiempos y movimientos, en la planificación de la producción, en la simulación y diseño; pero no se consideró el curso mecanismos. En mi opinión la universidad debería invertir en más prototipos o kit didácticos como el elevador de cangilones, en los cuales no se invierte gran cantidad de dinero y son muy útiles para la práctica docente, además generan un ambiente diferente en la enseñanza que les agrada a los estudiantes.

- ***¿En su labor docente utiliza algunas de las siguientes estrategias de enseñanza? Actividad focal introductoria, discusión guiada, objetivos, señalizaciones, discurso, ilustraciones, graficas, preguntas intercaladas, organizadores gráficos, mapas y redes conceptuales, organizadores previos, analogías.***

En la práctica de mi cátedra utilizo el discurso, ilustraciones y graficas, no estoy seguro de la definición de los organizadores gráficos pero si son los llamados corchetes para organizar la información en el tablero como cuadros sinópticos si los utilizo. De las otras estrategias no tengo la definición clara y no me atrevería a decir que las utilizo, a lo mejor muchas de ellas las utilizo pero no conozco su definición plena. Aunque si las analogías se relacionan con comparar situaciones de las problemáticas y compararlas las unas con las otras, también las utilizo en el devenir de mi cátedra cuando comparo los mecanismos con diferentes objetos cotidianos.

- ***¿En su labor docente de que manera aplica las estrategias anteriormente utilizadas?***

En el curso yo utilizo en la primera clase la exposición del micro currículum donde se encuentran los objetivos de la cátedra y se especifican las competencias a desarrollar, posteriormente en el desarrollo de la cátedra en las temáticas a tratar, utilizo la clase magistral y por ende el discurso, el cual está fundamentado o mejor apoyado de diapositivas proyectadas con video donde se muestran ilustraciones y graficas, de la misma manera utilizo el tablero y realizo dibujos para explicar los conceptos, también coloca ejemplos y los resuelvo haciendo preguntas a los estudiantes. Ha bueno y por ultimo evaluó lo enseñado con exámenes parciales.

- ***¿La utilización del kit didáctico facilitó su labor docente?***

Claro que si, en primera instancia la utilización del manual didáctico como apoyo al elevador de cangilones me permitió ordenar mucho mejor la cátedra separándola en seis (6) escenarios de aprendizaje, el primero a nivel de indagación preguntándole a los estudiantes conceptos que el estudiante debía o no haber asimilado anteriormente o lo que se conoce como conocimientos previos, esto me ayudo mucho y apoyado en la discusión guiada, se planteo cuales conceptos eran necesarios de aclarar para abordar el segundo escenario relacionado con la clase magistral, en ella se abordaron temáticas relacionadas con la historia de los elevadores de cangilones, la normatividad que rige a los elevadores, se explico todo lo relacionado con la capacidad de máquina y por último se realizo un ejercicio tipo para aplicar el conocimiento impartido.

De esta manera aborde toda la temática de una manera ordenada identificando objetivos claros y certeros explicando lo fundamental de la temática y lo que en realidad le servirá al estudiante en la vida profesional. El tercer escenario se fundamenta realizando una práctica con el elevador de cangilones calculando la capacidad de maquina del mismo, utilizando un material para transportar como las lentejas, este tipo de ejercicios reales motiva mucho a los estudiantes y les hace coger cariño a la enseñado; ellos se motivan a realizar los cálculos, pesar el material, manejar el elevador, les gusta utilizar los elementos como los calibradores, flexómetros, basculas y otros elementos.

Algo novedoso que aprendí es que el estudiante evalúa la practica explicando lo que le causo mayor dificultad y esto que el estudiante expresa, yo como docente lo debo calificar, esto es muy bueno porque se identifica que el estudiante comprende la temática y la asimila ya que está contando todas sus penurias motivando el aprendizaje. Me parece mucho mejor este tipo de evaluación que la tradicional de un examen parcial.

En el cuarto escenario el docente coloca una tarea para la casa, relacionada con la lectura de literatura especializada la cual refuerza el conocimiento impartido, el docente aprovecha y profundiza el conocimiento, ya que el estudiante está motivado con la práctica y desea conocer mucho mas, esto también es evaluable.

El quinto escenario sí que me parece supremamente importante, ya que el estudiante en su tiempo libre realiza una práctica dirigida por él y su grupo de trabajo, en la que se coloca un reto y es identificar la capacidad de maquina del elevador, cambiando variables del dispositivo y utilizando un material diferente de transporte, lo interesante de esto es que el docente no le dice que ejemplo realizar, por el contrario es el estudiante quien define que es lo que quiere

conocer de la experiencia y el problema que quiere solucionar y entender, con su propia hipótesis motivando la investigación pero en lo que él quiere resolver, claro está siguiendo la rigurosidad de la práctica, lo cual garantizara el éxito de la misma. Estos ejercicios reales ubican a los estudiantes en el ámbito profesional resolviendo problemáticas que se encontraran en el devenir de la profesión. Ellos me manifestaron lo agradable que fue realizar la práctica de lo que ellos querían investigar. De la misma manera el estudiante debe realizar una exposición de lo aprendido utilizando mapas conceptuales y los cuadros C-Q-A, esto también fue novedoso para mí y me sirvió mucho para estructurar las clases siguiendo estos mismos parámetros; en las exposiciones me di cuenta que la realización de los mapas y los cuadros motivaba en los estudiantes la preparación mejor de la exposición y que el manejo del lenguaje era mejor, de la misma manera pude identificar el dominio del tema por parte de los estudiantes facilitándome la evaluación de los mismos.

Otro aspecto que me pareció supremamente importante fue el sexto escenario relacionado con la reflexión crítica de lo aprendido, esto fue novedoso para mí ya que el estudiante debía escribir como le afecto el conocimiento adquirido, en primera instancia me parecía que era ridículo calificarles como le afecto el conocimiento pero cuando los estudiantes me escribieron, entendí lo importante del tema, comprendí que en esta fase también me daba cuenta de cómo se asimilaban los conocimientos por parte del estudiante y si en verdad él aprendió la enseñado; algunos escribieron como fueron de responsables desarrollando el trabajo y en algunos casos se evidencio lo profesional que fueron desarrollando la tarea.

- ***¿En su opinión el kit didáctico fue una herramienta que facilitó en los estudiantes el aprendizaje significativo de la temática capacidad de maquina en el curso mecanismos?***

Claro que si, esto se evidencio en cada uno de los trabajos realizados por los estudiantes y en las sustentaciones que realizaron, en la estructuración de los mapas conceptuales y en los cuadros C-Q-A; de la misma manera las evaluaciones obtenidas fueron superiores y cuando se les pregunta de la temática ellos responden satisfactoriamente siempre referenciando lo aprendido en las practicas realizadas con el elevador de cangilones.

3.4.3 Encuesta aplicada a estudiantes. La tercera parte de la evaluación, se trata de un censo efectuado a la población de seis (6) estudiantes entre quienes se ha empleado el kit didáctico como herramienta pedagógica, por tanto no se necesitan de elementos estadísticos muestrales para efectos de generalización para la población a partir de la muestra, todo lo que se desea saber de la población se obtendrá de lo consignado en las seis encuestas que representaron la muestra y la población. Se emplearon elementos estadísticos descriptivos especialmente a nivel de proporciones; el objetivo es conocer la percepción de estudiantes del curso mecanismos sobre el desempeño que tiene el kit didáctico respecto del empleo de didácticas tradicionales.

A continuación se presentan las variables que se investigaron en el desarrollo del estudio así: empleo de elementos didácticos (pregunta 1), proporción de tiempo teórico-práctico (pregunta 2), escenarios de práctica adecuados (pregunta 3), aplicación de temática de capacidad en escenarios reales (preguntas 4 y 5), grado de conocimiento de la didáctica del docente (pregunta 6), proporción de estrategias de enseñanza implementadas por el profesor y facilitadas por el kit didáctico para mejorar el aprendizaje (pregunta 7), grado de

utilización del kit didáctico por parte de los estudiantes (pregunta 8), proporción de personas que opinan que el Kit didáctico facilitó el proceso de aprendizaje (pregunta 9), proporción de personas que opinan que el kit didáctico permitirá no olvidar lo aprendido en el corto y mediano plazo (pregunta 10).

Parte del análisis cuantitativo se efectuó a nivel de proporciones de estudiantes que tienen una opinión u otra respecto de las variables consignadas. Las preguntas de la encuesta asociadas al análisis cuantitativo de las percepciones de los estudiantes, van desde la primera a la decima. Para complementar el análisis cuantitativo se pondero desde la óptica del asistente al curso mecanismos, el empleo de didácticas y su nivel de aplicación en el proceso de aprendizaje del estudiante; se determino la suficiencia de escenarios de práctica para el espacio académico mecanismos desde el punto de vista estudiantil y se conoció el concepto que los estudiantes tienen acerca de los beneficios que proporcionó el kit didáctico en su proceso de aprendizaje.

Los resultados del análisis cuantitativo se reflejaron en un cuadro de frecuencias y proporciones especificando variables como: laboratorios, kit didácticos, maquetas, máquinas u otros elementos empleados en el desarrollo del curso mecanismos; proporciones de dedicación teórica y práctica, proporciones de escenarios de práctica adecuados o no; proporciones de problemas extraídos de libros y problemas extraídos de la realidad; proporciones sobre si se conocía o no la didáctica del profesor antes kit didáctico; proporción de estrategias relacionadas con el kit didáctico como: actividad focal introductoria, discusión guiada, objetivos, señalizaciones, discurso, ilustraciones, gráficas, preguntas intercaladas, organizadores gráficos, mapas y redes conceptuales, organizadores previos y/o analogías; proporciones de estrategias empleadas por el estudiante entre las cuales se tienen la repetición de la información, el subrayado, las palabras claves, las

rimas, las imágenes mentales, el parafraseo, la elaboración de inferencias, los resúmenes, las analogías, las elaboraciones conceptuales, las categorías, las redes semánticas, los mapas conceptuales y/o las estructuras textuales. Dentro del análisis cualitativo se tuvo en cuenta las respuestas abiertas a preguntas de: otras, cuales, ejemplos o por qué, consignadas adicionalmente en los puntos uno, tres, cinco, seis, nueve y diez. El análisis cualitativo se soporto con las proporciones obtenidas y se complementó con los comentarios de las preguntas abiertas efectuadas de las cuales se extrajeron aquellas más comunes mencionadas entre los estudiantes y aquellos que en criterio del docente y el investigador representaron relevancia técnica, pedagógica, metodológica, didáctica o similar. La interpretación de los resultados se presenta en el cuadro número cuatro (4) de la siguiente manera:

Cuadro 4. Resultados encuesta estudiantes.

PREGUNTA	ESTUDIANTE						FRECUCENCIA	PROPORCIÓN
	Losada	Jimenez	Chicaiza	Delgado	Alpala	Martinez		
1. Elementos utilizados antes del kit didáctico								
Laboratorios								
Kit didácticos								
Maquetas	1	1	1	1	1	1	6	100%
Máquinas								
Otros								
2. Porcentaje de tiempo asignado								
Teórico	80	80	90	70	90	80	<p>TIEMPO PROMEDIO ASIGNADO</p> <p>82% Teórico</p> <p>18% Práctico</p>	
Práctico	20	20	10	30	10	20		

PREGUNTA	ESTUDIANTE						FRECUCIA	PROPORCIÓN	
	Losada	Jimenez	Chicaiza	Delgado	Alpala	Martinez			
3. UCC cuenta con escenarios de práctica									
Si									
No	1	1	1	1	1	1	6	100%	
4. Problemas extraídos de libros guías antes del kit didáctico									
Si	1	1	1	1	1	1	6	100%	
No									
5. Problemas extraídos de la vida real antes del kit didáctico									
Si									
No	1	1	1	1	1	1	6	100%	
6. Conocimiento de la didáctica del profesor antes del kit didáctico									
Si									
No	1	1	1	1	1	1	6	100%	
7. Estrategias de enseñanza empleadas por el profesor con ayuda del kit didáctico									
Actividad focal introductoria							0	0%	
Discusión guiada	1	1	1		1		4	11%	
Objetivos	1	1	1	1	1	1	6	16%	
Señalizaciones			1				1	3%	
Discurso	1	1	1		1	1	5	14%	
Ilustraciones	1	1	1	1	1	1	6	16%	
Gráficas	1	1	1	1	1	1	6	16%	
Preguntas intercaladas		1	1	1	1	1	5	14%	
Organizadores gráficos							0	0%	
Mapas y redes conceptuales	1	1	1	1			4	11%	
Organizadores previos							0	0%	
Analogías							0	0%	
							37	100,0%	

PREGUNTA	ESTUDIANTE							
	Losada	Jimenez	Chicaiza	Delgado	Alpala	Martinez		
8. Estrategias utilizadas por el estudiante								
Repetición de la información	1	1	1	1	1	1	6	17%
Subrayado y copiado	1	1	1	1	1	1	6	17%
Palabras clave	1	1	1	1	1		5	14%
Rimas							0	0%
Imágenes mentales	1	1	1	1	1	1	6	17%
Parafraseo							0	0%
Elaboración de inferencias							0	0%
Resúmenes	1	1	1	1	1	1	6	17%
Analogías							0	0%
Elaboraciones conceptuales							0	0%
categorías							0	0%
Redes semánticas							0	0%
Mapas conceptuales	1	1	1	1	1	1	6	17%
Estructuras textuales							0	0%
							35	100%
9. Empleo del kit didáctico facilitó proceso de aprendizaje de Capacidad								
Si	1	1	1	1	1	1	6	100%
No								
10. Apoyo del kit didáctico para no olvidar lo aprendido en el corto plazo								
Si	1	1	1	1	1	1	6	100%
No								

Fuente: Esta investigación.

El análisis arrojó como resultado que todos los estudiantes del quinto semestre que cursan la materia de mecanismos dicen que el docente antes del empleo del kit didáctico solamente empleaba maquetas como elemento didáctico, que el 82% de su cátedra eran teórica y solamente se realizaba un 18% de prácticas, que no se contaba con escenarios de práctica, que todos los problemas eran extraídos de libros guía sin contexto a situaciones reales y los

estudiantes no conocían la didáctica del profesor. Este resultado confirma la problemática planteada en el objeto de estudio de la investigación y reafirma que el docente antes del kit didáctico utilizaba la pedagogía tradicional de enseñanza-aprendizaje.

La pregunta No. 7 muestra claramente que el docente con la ayuda del kit didáctico, diversifica las estrategias de enseñanza empleadas; cuyo porcentaje mayor no supera el 16%, indicador importante de la transformación en su pedagogía, más aun representada en el conocimiento que tiene ahora sus estudiantes de las estrategias de enseñanza utilizadas haciendo hincapié en que ahora diferencian lo utilizado de lo que no, ejemplo es el no empleo por parte del docente de estrategias como: la actividad focal introductoria, organizadores gráficos, organizadores previos y analogías. De la misma manera se puede identificar que el docente sí utilizó el manual didáctico como apoyo en su cátedra, ya que las estrategias con mayor porcentaje de utilización por el docente son: los objetivos, ilustraciones, gráficas, preguntas intercaladas, discurso, mapas y redes conceptuales, discusión guiada y señalizaciones, todos componentes claves del manual didáctico. Para comprobar lo anterior, el cuadro de frecuencias y proporciones muestra que el 100% de estudiantes afirmaron que el docente utilizaba “objetivos”. El 100% opinó que el docente emplea las “gráficas”, el 100% opinó que el profesor emplea las “ilustraciones”. El 83% opinó que el docente emplea el “discurso”. El 83% opinó que el profesor emplea las “preguntas intercaladas”. El 67% de los estudiantes opinó que el profesor emplea los “mapas y redes conceptuales”. Un 67% opinó que el docente emplea la “discusión guiada y un 17% opinó que el docente emplea las “señalizaciones”.

La pregunta No. 8, muestra que los estudiantes ahora, utilizan e identifican una variada gama de estrategias de aprendizaje, cuyos porcentajes más elevados se encuentran en la "repetición de la información" con un 17% de empleo, la estrategia "subrayado y copiado" con un 17% de empleo, la estrategia "imágenes mentales" tiene un 17% de empleo, la estrategia "resúmenes" tiene un 17% de empleo, la estrategia "mapas conceptuales" tiene un 17% de empleo y la estrategia "palabras clave" tiene un 14% de empleo. Los estudiantes no utilizan estrategias de aprendizaje como: el "parafraseo", la "elaboración de inferencias", las "analogías", las "elaboraciones conceptuales", las "categorías", las "rimas", las "estructuras textuales", ni las "redes semánticas. Para comprobar lo anterior, el cuadro de frecuencias y proporciones muestra que el 100% de los estudiantes emplean las estrategias de "repetición de la información", "subrayado y copiado", "Imágenes mentales", "resúmenes", "mapas conceptuales" y un 83% de los estudiantes emplea la estrategia de "palabras clave". Gran parte del trabajo realizado con la ayuda del kit didáctico involucro la repetición de la información cuando el estudiante simulaba en el elevador de cangilones el transporte de diferentes materiales, de la misma manera se resaltaba en el manual didáctico lo fundamental de la exposición del docente, el manual contenía de forma resumida lo fundamental y le pedía al estudiante en su trabajo independiente resumir la información encontrada; los mapas conceptuales y los cuadros C-Q-A, junto con las palabras claves fueron fundamentales en el proceso de aprendizaje significativo del estudiante, evidenciado en las respuestas que los estudiantes plasmaron en el cuestionario de evaluación. Las preguntas No. 9 y No. 10, ratifican con el 100% de aprobación, sobre la eficiencia y acertada herramienta que es el kit didáctico para estudiantes y docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje, validando por tercera vez el kit como instrumento efectivo para el aprendizaje significativo de la temática Capacidad de Máquina en el Curso Mecanismos del Programa.

4. PROPUESTA

Universidad de Nariño
Facultad de Educación
Maestría en Docencia Universitaria

Manual Didáctico Para el Aprendizaje Significativo de
la Temática Capacidad de Máquina Utilizando un
Elevador de Cangilones

Gustavo Adolfo Narváez De La Rosa
Año 2011



Contenido

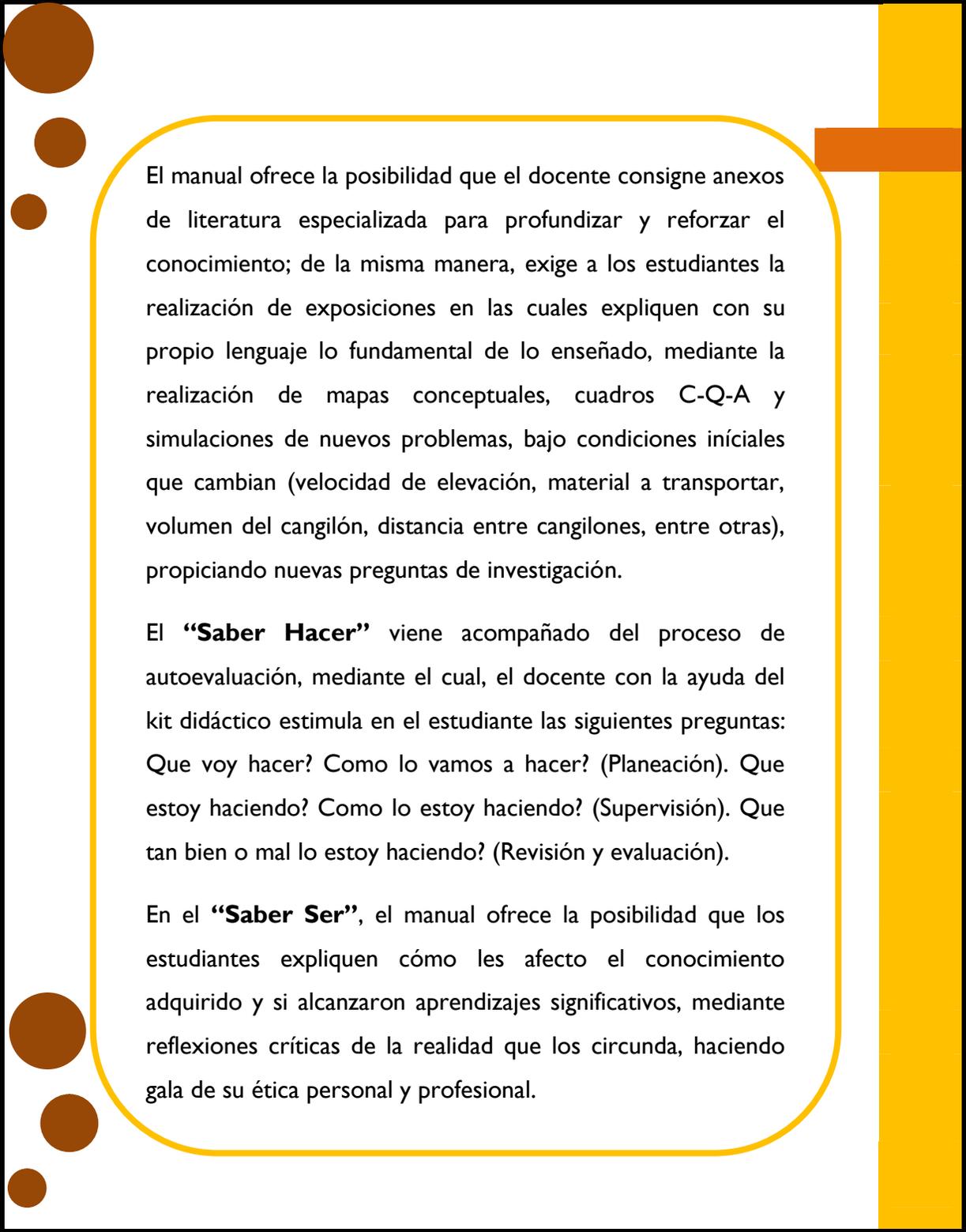
	pág.
Introducción	2
Verificación de conocimientos previos	4
Exposición magistral	7
Práctica	18
Literatura especializada	25
Problema de contexto	26
Reflexión crítica	29

Introducción

El manual didáctico, considera tres aspectos fundamentales del aprendizaje y la enseñanza relacionados con: el “Saber Que”, el “Saber Hacer” y el “Saber Ser”.

El “**Saber Que**”, ubica al docente enseñando y al estudiante asimilación: hechos, conceptos, teorías, principios, leyes, y postulados, utilizando estrategias del aprendizaje significativo como: la verificación de conocimientos previos y la clase magistral; las cuales son estructuradas utilizando objetivos, preguntas de indagación, ilustraciones, mapas conceptuales, analogías y cuadros C-Q-A.

El “**Saber Hacer**”, orienta su accionar hacia la apropiación de conceptos relevantes respecto a una tarea puntual a realizar, y mediante el elevador de cangilones como ayuda didáctica, se verifican propiedades, condiciones, reglas generales, procedimientos, destrezas, métodos y operaciones matemáticas; recreando mediante simulación, el transporte de materiales (Café, frijol, maíz, alverjas, lentejas, canicas, entre otros.) y así, calcular la capacidad de maquina del elevador.



El manual ofrece la posibilidad que el docente consigne anexos de literatura especializada para profundizar y reforzar el conocimiento; de la misma manera, exige a los estudiantes la realización de exposiciones en las cuales expliquen con su propio lenguaje lo fundamental de lo enseñado, mediante la realización de mapas conceptuales, cuadros C-Q-A y simulaciones de nuevos problemas, bajo condiciones iniciales que cambian (velocidad de elevación, material a transportar, volumen del cangilón, distancia entre cangilones, entre otras), propiciando nuevas preguntas de investigación.

El “**Saber Hacer**” viene acompañado del proceso de autoevaluación, mediante el cual, el docente con la ayuda del kit didáctico estimula en el estudiante las siguientes preguntas: Que voy hacer? Como lo vamos a hacer? (Planeación). Que estoy haciendo? Como lo estoy haciendo? (Supervisión). Que tan bien o mal lo estoy haciendo? (Revisión y evaluación).

En el “**Saber Ser**”, el manual ofrece la posibilidad que los estudiantes expliquen cómo les afecto el conocimiento adquirido y si alcanzaron aprendizajes significativos, mediante reflexiones críticas de la realidad que los circunda, haciendo gala de su ética personal y profesional.

“Saber Que”

Preguntas de Indagación

Pag. 4

¿Qué es un elevador de cangilones?

¿Cómo funciona un elevador de cangilones?

¿Con que materiales están hechos los elevadores de cangilones?

¿Sabes cuales son las variables más importantes en el funcionamiento de un elevador de cangilones?

¿Cómo se calcula la capacidad de máquina de un elevador de cangilones?

¿Conoces las normas para la construcción de cangilones?

V
E
R
I
F
I
C
A
C
I
Ó
N

D
E

C
O
N
O
C
I
M
I
E
N
T
O
S

P
R
E
V
I
O
S

“Saber Que”

Pag. 5

Conceptos necesarios



Elevador de cangilones: Los elevadores de cangilones son dispositivos que transportan el material elevándolo verticalmente o próximos a la vertical, poseen un mecanismo para el transporte del material constituido por recipientes (Cangilones) unidos a cadenas o bandas, acondicionados al material a transportar o el tipo de elevador.



Cangilones: Son recipientes de diferentes formas y tamaños, los cuales están unidos a las bandas o cadenas de transmisión de los elevadores de cangilones, se fabrican en diferentes materiales (plástico, acero, aluminio, etc). Son construidos siguiendo la Norma DIN

Motor: Maquina destinada a producir movimiento a expensas de otra fuente de energia; existen varios tipos. Electricos, de combustion, neumaticos, hidraulicos, entre otros.



Polea: rueda acanalada o plana, utilizada para transmitir movimiento, elaborada en materiales como: acero, aluminio, fundición, plástico, bronce, madera, etc.



Banda o correas: elemento flexible capaz de transmitir potencia que asienta en forma ajustada sobre un conjunto de poleas; pueden ser planas, en V y dentadas. Son fabricadas en cuero, caucho, cables de acero impregnados de caucho y lona.

V
E
R
I
F
I
C
A
C
I
Ó
N

D
E

C
O
N
O
C
I
M
I
E
N
T
O
S

P
R
E
V
I
O
S

“Saber Que”

Conceptos necesarios

Pag. 6



Cojinetes: Dispositivo que permite el movimiento relativo, utilizando bolas o algún tipo de rodamiento entre las piezas fijas y las móviles. Soportan a los ejes en movimiento resistiendo las cargas combinadas que se generan en la transmisión de potencia.



Chumacera: son cojinetes o valineras, montadas en una armazón de acero o hierro fundido lo cual facilita la instalación del sistemas de transmisión de potencia directamente al armazón de la maquina mediante tornillos.

Tornillo sin fin: Tornillo provisto de uno o mas filetes, diseñados para que su paso axial coincida con el paso circular del engranaje y así generar en el sistemas reducción o aumento de velocidad. Una revolución de un tornillo de un filete hace avanzar un diente en el engranaje.



Engranajes: son cilindros o conos con dientes en sus superficies de contacto que garantizan un movimiento positivo entre ellos. Las clases mas conocidas son: rectos, cónicos y engranajes de tornillo sin fin; se fabrican en acero, hierro fundido, latón, bronce, plástico, etc.



Reductor de velocidad: sistema conformado por un tornillo sin fin conectado a un engranaje recto o helicoidal, quien reduce la velocidad del sistema gracias al número de dientes que se colocan en contacto con el tornillo sin fin. Tiene una relación de velocidad fija.

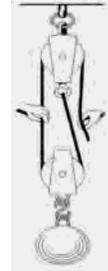
“Saber Que”

Pag. 7

Objetivo

Conocer el inicio, evolución y aplicación de los elevadores de cangilones en el tiempo.

Historia: La reseña histórica de los elevadores de cangilones, se la puede ubicar gracias a la mente brillante de personas como Ctesibio (270 a. C), padre de la hidráulica, Arquímedes (287 – 212 a. C), inventor del tornillo sinfín y Herón de Alejandría (Siglo I d. C), inventor de la polea compuesta, quienes realizaron aportes fundamentales en la historia de la elevación.



El primer elevador de cangilones fue construido en el antiguo Egipto, en el siglo II a. C y consistía en una rueda a la cual se adherían baldes o recipientes los cuales recolectaban agua de la rivera de los ríos, utilizando como fuerza motriz a personas o animales; el movimiento circular de la rueda elevaba el agua ha reservorios que suministraban el líquido por gravedad; el mecanismo era conocido como Sagita o Rueda Persa¹.



¹ MIRAVETE, A. y LARRODE, E. Elevadores Principios e Innovaciones. Barcelona. Reverte. 2007

¿Por qué son reconocidos Ctesibio, Arquímedes y Heron?

E
X
P
O
S
I
C
I
O
N

M
A
G
I
S
T
R
A
L

“Saber Que”

Pag. 8

Objetivo

Conocer el inicio, evolución y aplicación de los elevadores de cangilones en el tiempo.

En 1978 la empresa Krupp Industrie und Stahlbau, construye la más grande excavadora de cangilones del mundo. Era una gran estructura que se desplazaba mediante orugas, la cual requería una potencia instalada de 16000 Kw. Para mover 110 motores que accionaban mecanismos los cuales arrancaban material de carbón y ganga, a cielo abierto de la mina del Rhin, con un rendimiento diario de 240.000 metros cúbicos de material.

Los elevadores de cangilones son dispositivos que transportan el material elevándolo verticalmente o próximos a la vertical, poseen un mecanismo para el transporte del material constituido por recipientes (Cangilones) unidos a cadenas o bandas, acondicionados al material a transportar o el tipo de elevador; si se requiere velocidades elevadas de transporte es más aconsejable utilizar bandas; por el contrario si se requiere transportar grandes pesos a elevadas distancias, es más aconsejable utilizar cadenas con bajas velocidades.

¿De qué manera se aconseja utilizar bandas o cadenas?

E
X
P
O
S
I
C
I
Ò
N

M
A
G
I
S
T
R
A
L

“Saber Que”

Objetivo

Conocer bajo que norma se elaboran o construyen los cangilones de los elevadores de cangilones.

Norma DIN: Los cangilones se construyen en diferentes materiales, perfiles y diseños variados, se instalan en las cadenas o bandas de transmisión mediante pernos, pegantes, remaches o soldadura. Su utilización se restringe al material a transportar y la velocidad con la que se depositarán en la salida del elevador, los materiales más comunes para su fabricación son: plástico, chapa de acero galvanizado, inoxidable, acero al manganeso, entre otros. A continuación se detalla la forma de los cangilones, extraídos de la norma DIN 15230.

DIN	15231	15241	15232	15242	15233	15243	15234	15244	15235	15245
Ejecución	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición
Forma	Altura reducida		Altura reducida redondeada		Semiprofundos		Profundo		Profundo	
Figura										
Apropiados para	Materiales sueltos, Harina, Sémola		Materiales en trozos pequeños, cereales		Materiales pegajosos: azúcar en caña, finos de carbón, húmedos		Materiales pesados, pulverulentos o en trozos grandes, arena, cemento, carbón		Materiales ligeros y fluidos o rodantes: cenizas o patatas.	

Fuente: ERDMAN, A. y SANDOR, G. Diseño de mecanismos análisis y síntesis. México. Prentice Hall. 1998.

¿Qué norma DIN se utiliza para cereales?

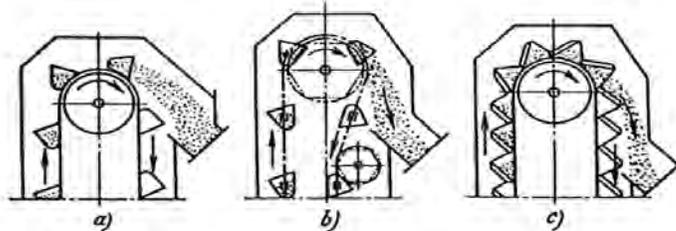
“Saber Que”

Pag. 10

Objetivo

Determinar la capacidad de máquina de un elevador de cangilones mediante cálculos matemáticos en un ejercicio propuesto por el Docente.

Calculo de capacidad de maquina: Para el cálculo de la capacidad de maquina es importante determinar la velocidad en la cual el material será depositado en la cabeza de recepción, ya que si se utiliza una velocidad elevada la acción de la gravedad golpeará el material muy fuerte sobre la lámina y deteriorará el producto, por el contrario si la velocidad es baja el material no alcanzará la salida y se derramará hacia el interior del elevador causando atascamiento y problemas de funcionamiento.



Fuente: Transportadores y elevadores. Miravete. A. Reverte. 2004.

¿Qué sucede si la velocidad en el sistema es elevada?

E
X
P
O
S
I
C
I
O
N

M
A
G
I
S
T
R
A
L

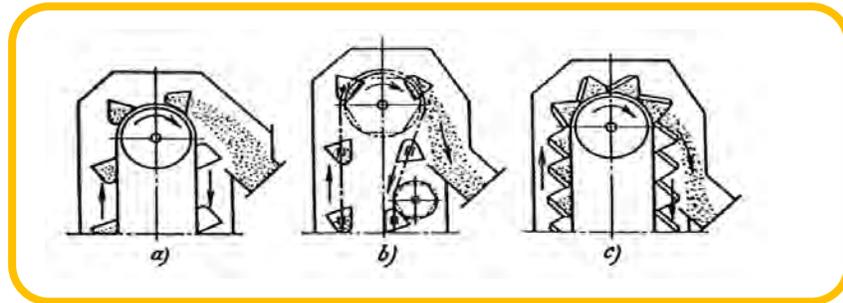
“Saber Que”

Pag. 11

Objetivo

Determinar la capacidad de máquina de un elevador de cangilones mediante cálculos matemáticos en un ejercicio propuesto por el Docente.

En la figura se observa la descarga del material con velocidad alta, media y baja; en la posición *a*, el material se descarga con alta velocidad y la acción de la gravedad ubica el material en la tolva de salida, en la posición *b*, el material es depositado con velocidad media, necesitando un dispositivo (piñón) que cambie la trayectoria de la cadena para que el material sea depositado en la tolva de recepción; por ultimo en la posición *c*, se observa cómo se deposita el material con baja velocidad, para lo cual se requiere que los cangilones estén más unidos entre si y su forma debe permitir el derrame del material uno sobre el otro, haciendo las veces de plataforma inclinada.



Fuente: Transportadores y elevadores. Miravete. A. Reverte. 2004.

¿Por qué los cangilones de la figura *c* son mas unidos?

E
X
P
O
S
I
C
I
O
N

M
A
G
I
S
T
R
A
L

“Saber Que”

Pag. 12

Objetivo

Determinar la capacidad de máquina de un elevador de cangilones mediante cálculos matemáticos en un ejercicio propuesto por el Docente.

La velocidad del elevador de cangilones se puede calcular utilizando las siguientes igualdades, en procura de obtener una velocidad con descarga suave del material mediante el equilibrio de la fuerza centrífuga con la fuerza de gravedad así:

$$V = ND/19.10$$

$$D = 1787.3/N^2$$

Donde, V es la velocidad del elevador en m/s; D es el diámetro de la polea matriz del elevador en m; N es la velocidad de la polea motriz del elevador en rpm.

De la misma manera se puede calcular la capacidad del elevador con las siguientes características:

¿Qué buscan equilibrar la igualdad $V = ND/19.10$?

“Saber Que”

Pag. 13

Objetivo

Determinar la capacidad de máquina de un elevador de cangilones mediante cálculos matemáticos en un ejercicio propuesto por el Docente.

D = Diámetro de la polea motriz en m

N = Velocidad de la polea motriz rpm

d = Distancia entre cangilones en m

q = Volumen del cangilón en m^3

p = Peso volumétrico del material en kg / m^3

e = eficiencia del elevador a partir del 70%

V = Velocidad del elevador en m/s

C = l/d Numero de cangilones por metro de banda

P = $q * p * e$ Peso del material por cangilón en kg

Q = $P * C * V$ Capacidad del elevador en kg/s.

Es necesario tener en cuenta que la capacidad del elevador de cangilones debe ser mayor a la capacidad del dispositivo que lo esté alimentando esto con el objeto de evitar que el elevador sea el cuello de botella en el funcionamiento de la planta

¿En qué unidades de medida se expresa la capacidad?

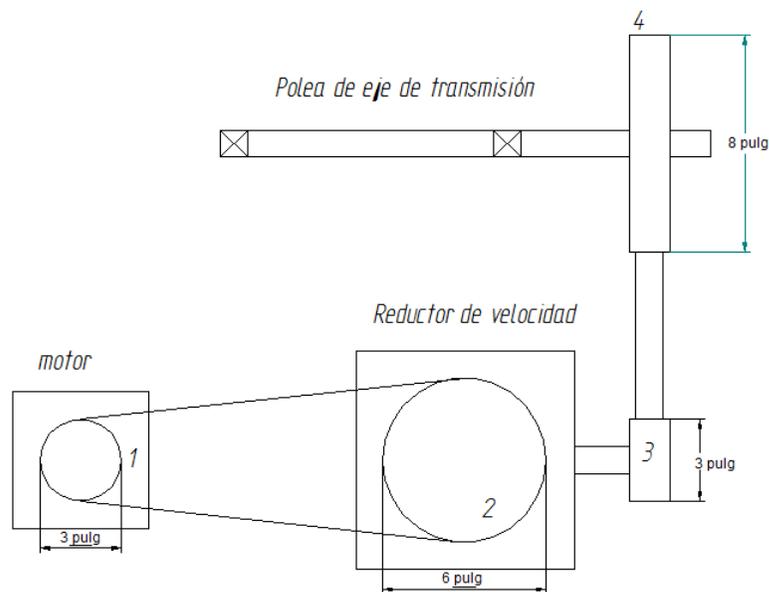
“Saber Que”

Objetivo

Determinar la capacidad de máquina de un elevador de cangilones mediante cálculos matemáticos en un ejercicio propuesto por el Docente.

Ejercicio: Determine la capacidad de maquina de un elevador de cangilones, cuyo diámetro de polea motriz es 8 pulgadas; impulsada por un motor de 1 hp (caballo de fuerza) a 1800 rpm, conectado a un sistema de reducción de velocidad de 1/40; con eficiencia del 70%, una distancia entre cangilones de 0.2 m, una longitud de cangilón de 0.335 m, un volumen de cangilón de 0.0014 m³ para transportar 260 Kg/m³ de frijol.

Sistema de transmisión:



“Saber Que”

Pag. 15

Objetivo

Determinar la capacidad de máquina de un elevador de cangilones mediante cálculos matemáticos en un ejercicio propuesto por el Docente.

Se determina las revoluciones por minuto de todo el sistema, considerando que se utilizó un reductor de velocidad de 1 a 40 así:

$$\begin{aligned}N_2 D_2 &= N_1 D_1 \\N_2 &= N_1 D_1 / D_2 \\N_2 &= (1800 * 3) / 6 \\N_2 &= 900 \text{ rpm}\end{aligned}$$

Para determinar las revoluciones de N_3 , se utilizó la relación del reductor así:

$$\begin{aligned}N_3 &= N_2 (1/40) \\N_3 &= 900 / 40 \\N_3 &= 22.5 \text{ rpm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_4 D_4 &= N_3 D_3 \\N_4 &= N_3 D_3 / D_4 \\N_4 &= (22.5 * 3) / 8 \\N_4 &= 8.4 \text{ rpm}\end{aligned}$$

Remplazando el diámetro de La polea matriz de 8 pulgadas con su equivalencia a metros (0.2032 m) y las rpm de N_4 se obtuvo la velocidad del elevador así:

“Saber Que”

Pag. 16

Objetivo

Determinar la capacidad de máquina de un elevador de cangilones mediante cálculos matemáticos en un ejercicio propuesto por el Docente.

$$V = N_4 D_4 / 19.10$$
$$V = (8.4 * 0.2032) / 19.10$$
$$V = 0.09 \text{ m/s}$$

Para calcular la capacidad (Q) del elevador fue necesario identificar la distancia entre cangilones (d) en m, el volumen del cangilón (q) en m³, el peso volumétrico del material (p) en Kg./m³, la eficiencia del elevador (e) a partir del 70%, la velocidad del elevador (V) en m/seg y el numero de cangilones (C) por metro de banda así:

$$C = 1/d$$
$$C = 1/0.2$$
$$C = 5$$

Para determinar la capacidad se debe conocer el peso del material por cangilón (P) en kg, resolviendo la siguiente igualdad:

$$P = q * p * e$$

Donde el volumen del cangilón q es 0.0014 m³ de acuerdo con la norma DIN 15230 calculando el área del cangilón de chapa 15232 para materiales en trozos pequeños o cereales y multiplicándola por la longitud del cangilón de 0.335 m.

“Saber Que”

Pag. 17

Objetivo

Determinar la capacidad de máquina de un elevador de cangilones mediante cálculos matemáticos en un ejercicio propuesto por el Docente.

El peso volumétrico del material (p), fue calculado con el peso del material a transportar que ocupan un metro cúbico; el valor identificado fue de 260 kg /m³ entonces:

$$\begin{aligned}P &= q * p * e \\P &= 0.0014 * 260 * 0.70 \\P &= 0.25 \text{ kg}\end{aligned}$$

La capacidad (Q) del elevador en kg/seg calculada fue:

$$\begin{aligned}Q &= P * C * V \\Q &= 0.25 * 5 * 0.09 \\Q &= 0.1125 \text{ kg/seg} \\Q &= 405 \text{ kg/ h}\end{aligned}$$

¿Qué sucede si la distancia entre cangilones es de 0.5 m?

“Saber Hacer”

Pag. 18

Objetivo

Determinar la capacidad de maquina del elevador de cangilones simulando el transporte de lentejas en kg/m^3 .

Simulación: la práctica inicia leyendo el manual de funcionamiento del elevador de cangilones por parte de los estudiantes para tomar todas las medidas de precaución. Posteriormente el docente orienta la práctica realizando preguntas sobre las variables a medir realizando un repaso de lo aprendido.



Como no se conocen datos del problema, el docente estimula en el estudiante la pregunta **¿Qué voy hacer para calcular la capacidad de maquina del elevador?** Y apoyado en el ejercicio realizado anteriormente orienta la realización de una lista de chequeo para determinar las variables a calcular o medir así:

- Diámetro de las poleas en m. **D**
- Potencia del motor en hp.
- Revoluciones del motor en rpm. **N₁**
- Relación de reducción de velocidad si existe.
- Eficiencia del sistema. **e**
- Volumen del cangilón en m^3 . **q**
- Distancia entre cangilones en m. **d**
- Peso volumétrico de las lentejas en kg/m^3 . **p**
- Velocidad de la banda en m/seg. **V**
- Numero de cangilones por metro de banda. **C**
- Peso de las lentejas por cangilón en kg. **P**
- Capacidad de maquina en kg/seg y kg/h. **Q**



P
R
A
C
T
I
C
A

“Saber Hacer”

Pag. 19

Objetivo

Determinar la capacidad de máquina del elevador de cangilones simulando el transporte de lentejas en kg/m^3 .

Identificadas las variables en la lista de chequeo para calcular la capacidad de máquina, el docente estimula en los estudiantes la planeación de actividades, respondiendo la pregunta **¿Cómo lo vamos a hacer?**

Planeación.

Objetivo: Determinar capacidad de maquina

Actividades: Medir el diámetro de las poleas, medir las revoluciones del motor, determinar el volumen del cangilón, medir la distancia entre cangilones, determinar el peso volumétrico de las lentejas y determinar el peso de las lentejas por cangilón.

Recursos: Para medir se requiere un calibrador y flexómetro, para determinar revoluciones se requiere un tacómetro, para pesar se requiere una bascula electrónica y para determinar volúmenes con cálculos geométricos y beakers de medición.

Realizada la planeación de actividades, el docente orienta en los estudiantes la operacionalización de las actividades, respondiendo la pregunta **¿Qué estoy haciendo?** Para lo cual se requiere explicar paso a paso como se realizaran las actividades y como se utilizaran los recursos de la siguiente manera:

P
R
A
C
T
I
C
A

“Saber Hacer”

Objetivo

Determinar la capacidad de máquina del elevador de cangilones simulando el transporte de lentejas en kg/m^3 .

- Actividad medir el diámetro de las poleas: con el calibrador pie de rey se mide el diámetro de cada polea en el sistema de transmisión de potencia en pulgadas y se realiza la conversión a metros. Consigne los datos.

_____ m , _____ m , _____ m , _____ m



- Actividad medir las revoluciones del motor: se verifica si el motor tiene la placa de información para determinar revoluciones y potencia; si no la tiene, se utiliza el tacómetro colocando la punta del mismo en la polea motriz. Datos.

_____ rpm, _____ rpm, _____ rpm, _____ rpm



- Actividad determinar el volumen del cangilon: la norma DIN 15232 de chapa para materiales en trozos pequeños y cereales, se estipula una area del cangilon que multiplicada por la longitud del cangilon da como resultado el volumen. Dato

_____ m^3 .



Si no se tiene a la mano la norma DIN, el calculo hay que realizarlo utilizando la geometria, midiendo el area del cangilon con el flexometro o calibrador y multiplicandola por la longitud del cangilon obteniendo el volumen en m^3 .



“Saber Hacer”

Objetivo

Determinar la capacidad de máquina del elevador de cangilones simulando el transporte de lentejas en kg/m^3 .

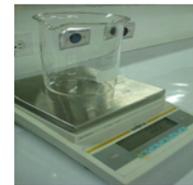
- Actividad medir la distancia entre cangilones: con el flexómetro se mide la distancia entre cangilones. Dato

_____ m.



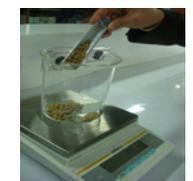
- Determinar el peso volumétrico de las lentejas: hay que determinar el peso que tiene un metro cubico de lentejas, para lo cual hay que hacer una equivalencia ya que no se tiene un metro cubico de lentejas, utilizando como base de medida un beakers de 1000 cm^3 , se calibra la bascula descontando el peso del beakers, que posteriormente se llena con lentejas obteniendo el peso de 1000 cm^3 , dato que debe ser convertido a kg/m^3 . Datos.

_____ kg/cm^3 , _____ kg/m^3 .



- Determine el peso de las lentejas por cangilón: tome el cangilón de repuesto del kit didáctico y llénelo con lentejas, posteriormente deposite las lentejas en la báscula para determinar el peso de las lentejas por cangilón. Dato.

_____ kg. Verificar con el obtenido en formula



El docente realiza la supervisión de la práctica estimulando en el estudiante la pregunta **¿Cómo lo estoy haciendo?** Mediante la retroalimentación continua de lo enseñado. Realizadas cada una de las actividades, el docente orienta la practica hacia el cálculo por parte del estudiante de la capacidad de máquina, verificando la lista de chequeo y depositando cada uno de los datos encontrados.

“Saber Hacer”



Determinar la capacidad de máquina del elevador de cangilones simulando el transporte de lentejas en kg/m³.

Posteriormente utilizando las formulas o igualdades se obtienen los datos complementarios así:

Revoluciones por minuto del sistema.

$$N_1 = N_{\text{Motor}} (1 / \underline{\hspace{1cm}})$$
$$N_1 = \underline{\hspace{1cm}} / \underline{\hspace{1cm}}$$
$$N_1 = \underline{\hspace{1cm}} \text{ rpm}$$

$$N_2 D_2 = N_1 D_1$$
$$N_2 = N_1 D_1 / D_2$$
$$N_2 = (\underline{\hspace{1cm}} * \underline{\hspace{1cm}}) / \underline{\hspace{1cm}}$$
$$N_2 = \underline{\hspace{1cm}} \text{ rpm}$$

Velocidad del elevador.

$$V = N_2 D_2 / 19.10$$
$$V = (\underline{\hspace{1cm}} * \underline{\hspace{1cm}}) / 19.10$$
$$V = \underline{\hspace{1cm}} \text{ m/s}$$

“Saber Hacer”



Determinar la capacidad de máquina del elevador de cangilones simulando el transporte de lentejas en kg/m^3 .

Numero de cangilones por metro de banda.

$$C = l/d$$

$$C = l/______$$

$$C = ______$$

Peso de las lentejas por cangilón con una eficiencia del 70%

$$P = q * p * e$$

$$P = ______ * ______ * 0.70$$

$$P = ______ \text{ kg. Verificar con el obtenido experimentalmente.}$$

La capacidad del elevador en kg/seg y kg/h fue:

$$Q = P * C * V$$

$$Q = ______ * ______ * ______$$

$$Q = ______ \text{ kg/seg}$$

$$Q = ______ \text{ kg/ h}$$

Resuelto el ejercicio, el docente propone a los estudiantes que realicen una revisión y evaluación de las actividades realizadas y los cálculos; preguntándose **¿Qué tan bien o mal lo estoy haciendo?**

“Saber Hacer”

Objetivo

Pag. 24

Evaluar la práctica de capacidad de máquina realizada con el elevador de cangilones simulando el transporte de lentejas en kg/m^3 .

¿Explique qué actividades fueron complejas para usted y como soluciono la problemática?

P
R
A
C
T
I
C
A

“Saber Hacer”

Objetivo

Pag. 25

Realizar un refuerzo del conocimiento impartido mediante la lectura de textos especializados.

Libro: Transportadores y elevadores. Antonio Miravete y Emilio Larrode. Editorial Reverté S.A. 2004.

Lea el contenido de la pagina 11 a la 52 y responda lo siguiente:

Realice un resumen sobre la historia de los transportadores y elevadores



Explique 5 tipos de cangilones según el trabajo y material a transportar.



L
I
T
E
R
A
T
U
R
A

E
S
P
E
C
I
A
L
I
Z
A
D
A

“Saber Hacer”

Objetivo

Realizar la simulación del transporte de un producto representativo de la región por parte del estudiante con la ayuda del elevador de cangilones.

ArgUMENTE las razones por las cuales escogió el material a transportar, identifique las variables del problema a solucionar y realice la práctica documentando el proceso:

P
R
O
B
L
E
M
A

D
E

C
O
N
T
E
X
T
O

“Saber Hacer”

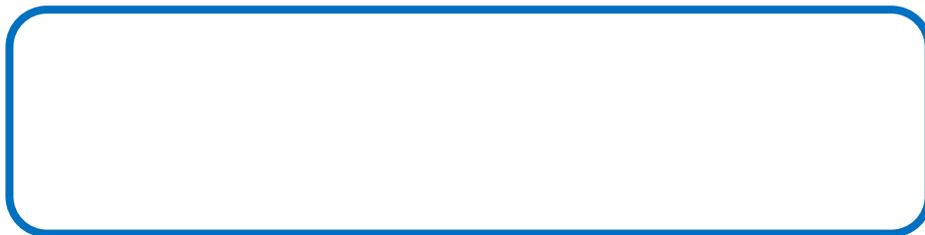
Objetivo

Realizar una exposición de lo impartido utilizando mapas conceptuales y cuadros C-Q-A

Mapa conceptual:



Explicación del mapa Conceptual



“Saber Hacer”



Realizar una exposición de lo impartido utilizando mapas conceptuales y cuadros C-Q-A.

Cuadro C-Q-A:

Lo que se conoce (C)	Lo que se quiere conocer/aprender (Q)	Lo que se ha aprendido (A)
Anotar en forma de listado lo que sabe en relación con la temática	Tomar nota sobre lo que se quiere aprender	Anotar lo que se ha aprendido y lo que falta por aprender

P
R
O
B
L
E
M
A

D
E

C
O
N
T
E
X
T
O

“Saber Ser”

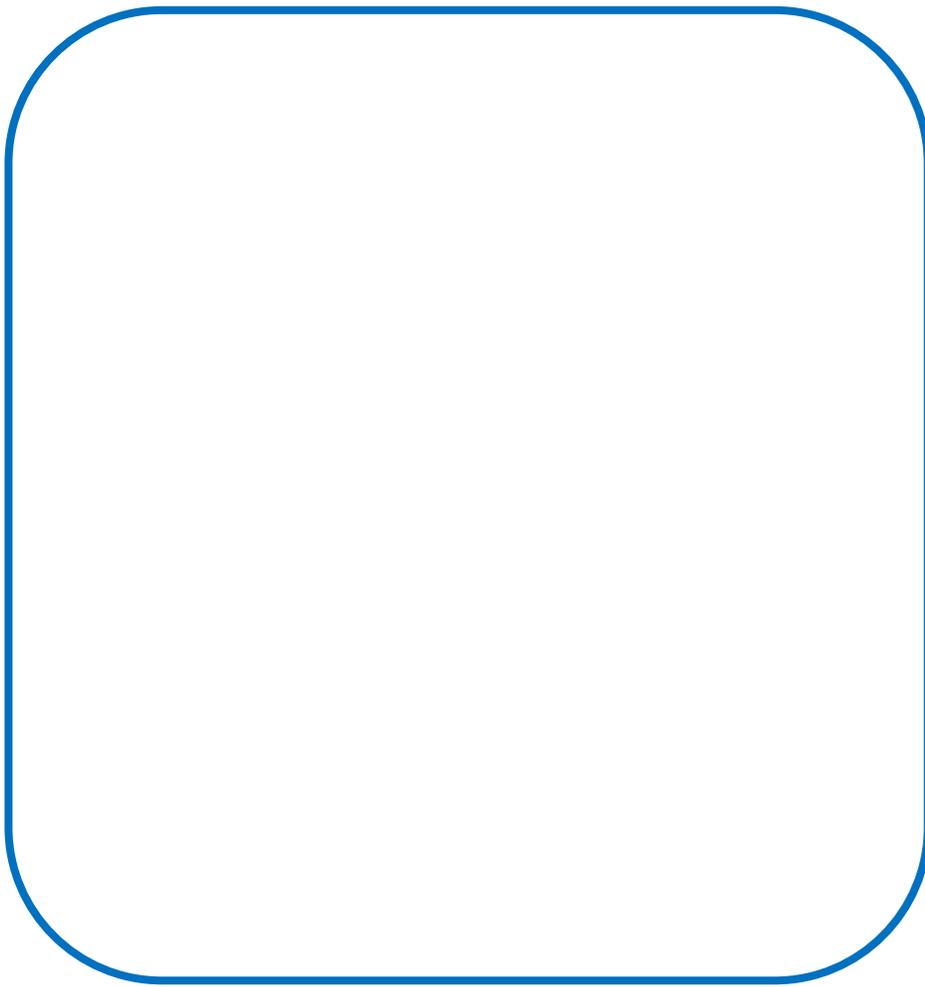


Objetivo

Pag. 29

Realizar una reflexión crítica de cómo le afecto el conocimiento y si alcanzo el aprendizaje significativo de lo impartido.

Reflexión:



R
E
F
L
E
X
I
Ó
N

C
R
I
T
I
C
A

CONCLUSIONES

El desarrollo de la investigación, arrojó como resultado la solución a una problemática identificada en el curso Mecanismos del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Pasto, en el cual los conocimientos impartidos por el docente en la temática Capacidad de Máquina se asimilaban parcialmente por los estudiantes, debido a la falta de herramientas didácticas que posibilitaran las prácticas; con la implementación del manual didáctico y el elevador de cangilones como kit didáctico se subsanó la problemática.

El primer objetivo planteaba el diseño del elevador de cangilones como kit didáctico, donde el investigador debía solucionar el problema de diseño y ampliar la perspectiva hacia el cómo hacer que el elevador de cangilones cumpliera su función didáctica generando aprendizaje significativo con la ayuda del manual didáctico; para esto se desarrolló un elevador de cangilones considerando cuatro aspectos claves de diseño:

El primero, orientado hacia el control de la velocidad del elevador mediante un reductor de velocidad mecánico de 1/40, el cual con la ayuda de un variador de velocidad electrónico, controlara de manera significativa el transporte del material. Esta modificación permitió al estudiante comprender entender cómo la velocidad afecta la capacidad de máquina del elevador.

El segundo aspecto, consideraba el poder retirar fácilmente los cangilones del elevador para que los estudiantes entendieran cómo el número de cangilones y la distancia entre ellos, afectaba la capacidad de máquina del elevador.

El tercer aspecto, consideraba que la forma de los cangilones. De tal manera que su forma sencilla permitiera calcular el volumen del mismo utilizando cálculos geométricos y elementos de medición tradicionales como flexómetros o calibradores pie de rey.

El cuarto aspecto, consideraba un dispositivo seguro, portátil, liviano, de fácil manejo y económico. De la misma manera, el dispositivo no debía tener gran cantidad de accesorios para evitar la pérdida de los mismos; por tal motivo el elevador estaba acompañado de una báscula electrónica, un tacómetro, un calibrador pie de rey, un flexómetro y un beakers de 1000cm³. El diseño propuesto, cumplió las expectativas del docente y los estudiantes, quienes lo validaron como herramienta útil, fácil de manejar y didáctica para afianzar los conocimientos relacionados con el cálculo de la capacidad de máquina de los elevadores de cangilones.

El desarrollo del segundo objetivo, motivó el análisis de materiales óptimos para la construcción del elevador y mediante cálculos de resistencia de materiales se identificaron diámetros de ejes, volúmenes y velocidades requeridas, minimizando el riesgo de daño colateral debido a los supuestos que los investigadores realizaron en los diseños propuestos, esto implicó un trabajo adicional mediante la verificación de actividades realizadas por el operario en los procesos de soldadura, pernado o doblando las piezas a construir.

Antes de efectuar una experiencia de diseño y construcción es necesario documentarse adecuadamente respecto a diseños existentes de la misma maquinaria, o parecida a la propuesta; para el investigador fue fundamental observar diferentes tipos de máquinas lo que incentivó la creatividad y propició la solución de problemas en cuanto a diseño y construcción.

De la misma manera, los planos de diseño y dibujos extraídos de la literatura permitieron explicar de forma más creativa a los operarios, la construcción de las piezas y los procedimientos de maquinado.

En el momento de la construcción es preciso identificar claramente el proceso de fabricación de las piezas, mediante un listado de actividades que incluye la compra del material, su cuantificación, la forma en que se realizaba la actividad de corte, perforación, pulido y soldado, siguiendo una secuencia lógica que permita realizar el trabajo en el menor tiempo posible, procurando desperdiciar lo menor posible el material.

El tercer objetivo, planteaba la elaboración de un manual didáctico que con la ayuda del kit facilitara el proceso de aprendizaje significativo de la temática Capacidad de Máquina, para lo cual se propuso estructurar un manual considerando tres aspectos claves de la enseñanza-aprendizaje relacionados con el saber que, saber hacer y el saber ser. Estos tres aspectos se complementan con seis actividades enfocadas a facilitar el proceso de aprendizaje significativo como son: verificación de conocimientos previos, exposición magistral, práctica, literatura especializada, problema de contexto y reflexión crítica.

Las tres primeras actividades estaban relacionadas con la docencia, desde donde se verificaba si los estudiantes podían hacer conexiones de los conocimiento previos adquiridos con los nuevos por aprender y así facilitar el aprendizaje significativo; de no ser posible esta conexión, el docente explicaba los nuevos conceptos, teorías y postulados, mediante la exposición magistral de manera que pudieran ser asimilados por el estudiante, utilizando estrategias como: los objetivos, discusiones guiadas, discursos, ilustraciones, graficas, analogías, mapas conceptuales y cuadros C-Q-A .

La verificación de la asimilación de conocimiento se realizaba mediante preguntas intercaladas.

El manual didáctico motiva en el estudiante ser sujeto activo de su aprendizaje, propiciando el planteamiento de problemas de contextos reales que pretende solucionar y apoyado en el elevador de cangilones y literatura especializada de consulta, realiza prácticas de simulación, construcciones conceptuales y cuadros C-Q-A, los cuales impactan las estructuras mentales de los estudiantes propiciando aprendizajes significativos. Esta situación fue comprobada en la exposición que realizaron los estudiantes mediante el dominio conceptual, la organización de la información y la reflexión crítica en la cual los estudiantes expresaban como les afectó el conocimiento adquirido y certificaban si habían alcanzado aprendizajes significativos.

El cuarto objetivo, evaluó el desempeño del kit didáctico mediante la puesta en funcionamiento del elevador de cangilones en la práctica realizada por el docente y las simulaciones realizadas con los problemas de contexto planteados por los estudiantes. En ellas se verificó que el kit didáctico, cumplía con las condiciones necesarias para generar procesos de aprendizaje significativo; esto se ratificó en los resultados de la prueba comparativa, la entrevista realizada al docente del curso y las encuestas aplicadas a los estudiantes especialmente en las preguntas nueve y diez.

El docente en la entrevista realizada por el investigador, validó el kit didáctico como una herramienta útil en su cátedra; ratificó el cambio que tuvo su clase, la dinámica y el buen ambiente por parte de los estudiantes en el desarrollo de las prácticas, exposiciones y reflexión crítica del conocimiento asimilado.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Pasto, lo siguiente:

- Incentivar el desarrollo de experiencias investigativas propiciando el desarrollo de nuevos kit didácticos en diferentes espacios académicos como son: ciencia de los materiales, diseño de plantas, planificación de la producción, entre otros; ya que se comprobó, que los estudiantes comprenden muy bien lo teórico con una aplicación práctica, de manera que el aprendizaje es efectivo y duradero.
- Incorporar por parte del docente del Curso Mecanismos, nuevas actividades relacionadas con la utilización del kit didáctico, motivando en los estudiantes, el desarrollo de nuevos problemas de contexto, en pro de soluciones reales hacia la generación de valor agregado para los productos de la región.
- Utilizar por parte del docente del Curso mecanismos, el kit para efectuar simulaciones en el transporte de diferentes productos agrícolas de la región de manera que se los pueda escalar generando caracterizaciones, fichas técnicas y estudios sectoriales de la región.
- Actualizar continuamente el manual didáctico e incorporar nuevas temáticas de estudio, realizando mejoras en la literatura especializada, las prácticas y los problemas de contexto.

- Realizar capacitaciones a los docentes y estudiantes en la elaboración de mapas conceptuales, redes conceptuales, cuadros C-Q-A, estrategias de enseñanza y aprendizaje.
- Aplicar periódicamente la encuesta elaborada para la validación del kit didáctico a los estudiantes que cursen la materia mecanismos, para llevar un registro sobre el desempeño del kit.
- Realizar nuevos diseños de cangilones para el elevador de cangilones, con el propósito de analizar cómo influye la geometría del cangilón en el transporte de diferentes materias primas.
- Realizar una capacitación a los docentes y estudiantes que utilicen el kit en el manejo de los dispositivos como el tacómetro, calibrador pie de rey y la balanza electrónica.
- A los estudiantes de la Facultad, leer el manual de funcionamiento y seguridad antes de colocar en funcionamiento el elevador; de esta manera se pueden evitar posibles accidentes en las prácticas que se realizan con el kit didáctico.
- Programar la realización de mantenimiento preventivo para evitar inconvenientes en el momento de operación del elevador de cangilones.

BIBLIOGRAFÍA

- ADURIZ, A. Y OTROS. (2002). Actualizaciones en didáctica de las ciencias naturales y las matemáticas. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- DE ZUBIRIA, M. (2005). Enfoques pedagógicos y didácticas contemporáneas. Bogotá. Publicación Fundación internacional de pedagogía conceptual.
- DÍAZ-BARRIGA, F. y HERNÁNDEZ, G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. México: McGRAW-HILL.
- GARCÍA, J. (2003). Didácticas de las ciencias. Bogotá: Editorial Delfín.
- ERDMAN, A. y SANDOR, G. (1998). Diseño de mecanismos, análisis y síntesis. México: Prentice Hall.
- HERNÁNDEZ, R. Y OTROS. (1991). Metodología de la Investigación. México. McGRAW-HILL.
- JOSÉ, E. (2005). La investigación una alternativa pedagógica y didáctica en la formación profesional. Pasto. Centro de publicaciones Universidad de Nariño.
- NORTON, R. (2000). Diseño de Maquinaria. México. McGRAW-HILL.
- MIRAVETE, A. (2004). Transportadores y Elevadores. Barcelona: Reverte.
- MIRAVETE, A. y LARRODE, E. (2007). Elevadores Principios e Innovaciones. Barcelona: Reverte.
- MOTT, R. (1995). Diseño de elementos de maquinas. México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
- QUESADAS, R. (2007). Estrategias para el aprendizaje significativo. México: Limusa.
- ROQUE, C y CARTA, J. (1999). Fundamentos de mecanismos y máquinas para ingenieros. Madrid: McGRAW-HILL.

SALVENDY, G. (1990). Biblioteca del ingeniero industrial. Ediciones ciencia y técnicas S.A.

SHIGLEY, J. y UICKER, J. (2001). Teoría de máquinas y mecanismos. México: McGRAW-HILL.

SUÑER, J. Y OTROS. (2004). Teoría de maquinas y mecanismos. México. Alfaomega.

PAPERT, S. (1991). Desafío a la mente. Computadoras y educación. Buenos Aires: Galápagos.

ANEXOS

ANEXO A
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA PASTO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESPACIO ACADÉMICO MECANISMOS
CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE LA TEMÁTICA CAPACIDAD DE MÁQUINA

Nombre.

Marque con una X la respuesta correcta.

1. ¿De los siguientes elementos cual es el que responde a al siguiente definición “valinera montada en un armazón de acero o hierro fundido, lo cual facilita la instalación del sistema de transmisión de potencia, directamente al armazón de la maquina”?

a) Cojinete_____ b) Tornillo sin fin_____ c) Chumacera_____

2. ¿Calcule el volumen del cangilón (q), si este tiene la forma de la mitad de una esfera cuyo radio es de 30 cm?

a) 0.05654 m³_____ b) 0.1130 m³_____ c) 0.3015 m³_____

3. ¿De los siguientes elementos cual es el que responde a al siguiente definición “sistema conformado por un tornillo sin fin conectado a un engranaje recto o helicoidal quien reduce la velocidad del sistema”?

a) Engranajes_____ b) Reductor de velocidad_____ c) Motor_____

4. ¿Calcule las revoluciones por minuto de la polea impulsora de un sistema que consta de un motor de 1 hp a 3600 rpm, conectado a un reductor de velocidad de 25 a 1?

a) 72 rpm_____ b) 144 rpm_____ c) 90.000 rpm_____

5. ¿Si se quiere transportar grandes pesos a elevadas distancias, la velocidad y el sistema de transmisión de los elevadores de cangilones deben cumplir las siguientes características?

a) Velocidad lenta y sistema de banda_____ b) velocidad elevada y sistema de banda_____
c) Velocidad lenta y sistema de cadena_____ d) velocidad elevada y sistema de cadena_____

6. ¿De las siguientes igualdades cual es la utilizada para calcular la capacidad de maquina de un elevador de cangilones?

a) $Q = P \times C \times V$ _____ b) $Q = P \times q \times V$ _____ c) $Q = C \times q \times V$ _____

7. ¿Cuál de las siguientes normas hay que utilizar para la construcción de cangilones?

a) Norma DIN_____ b) Norma ISSO 9000_____ c) Norma ISSO 14.000 _____

8. ¿Para determinar el peso del material por cangilón, se necesita conocer?

a) Volumen del cangilón, peso volumétrico del material y la eficiencia_____ b) Volumen del cangilón, peso por cangilón y la eficiencia_____ c) Peso volumétrico del material, la eficiencia y el número de cangilones_____

9. ¿Para determinar la velocidad del cangilón se necesita conocer?

a) Las revoluciones por minuto del sistema, el diámetro de la polea impulsora y una constante de igualdad_____ b) Las revoluciones por minuto del motor y el reductor_____ c) El volumen del cangilón, las revoluciones por minuto del motor y la eficiencia_____

10. ¿Si la velocidad del elevador de cangilones es elevada, los cangilones deben ir?

a) Mas unidos_____ b) Mas separados_____ c) Ninguna de las anteriores_____

11. ¿Algunos historiadores atribuyen la invención del elevador de cangilones en?

a) Antiguo Egipto_____ b) Grecia_____ c) Roma_____

12. ¿El coeficiente de rozamiento en un cangilón de acero que contiene maíz será mayor o menor cuando el elevador esta en movimiento?

a) Menor_____ b) Mayor_____ c) Ninguna de las anteriores_____

13. ¿En qué unidades de medida se expresa la capacidad de máquina de un elevador de cangilones?

a) Kg/m³_____ b) Kg/s_____ c) Kg _____

En las dos preguntas siguientes marque 1 si la respuesta es afirmativa o marque 0 si la respuesta es negativa.

14. ¿El conocimiento impartido en la temática capacidad de maquina fue claro, conciso y piensa que le servirá en su vida profesional?

15. ¿Usted piensa que el conocimiento aprendido de la temática capacidad de máquina, perdurara en su memoria un largo periodo de tiempo?

ANEXO B
FORMATO DE ENTREVISTA A REALIZAR AL DOCENTE QUE IMPARTEN EL ESPACIO
ACADÉMICO MECANISMOS EN LA
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA PASTO

Entrevista No. _____

Fecha.

Entrevistado.

Cargo

/

Ocupación.

Nivel educativo _____

Tema. Kit didáctico para el aprendizaje significativo de la temática capacidad de maquina en el curso mecanismos del programa de ingeniería industrial de la Universidad Cooperativa de Colombia Pasto

Entrevistador. Gustavo Adolfo Narváez De La Rosa

CUESTIONARIO

1. Cuanto tiempo lleva impartiendo el curso *mecanismos*?

1 año. ____ 2 años. ____ 3 años. ____ 4 años. Otros _____

2. Antes de utilizar el kit didáctico manejaba alguno de los siguientes elementos en la cátedra mecanismos?

a. Laboratorios ____ b. Kit didácticos ____ c. Maquetas ____ d. Maquinas ____

Cuáles? _____

Otras ____ Cuáles? _____

3. Cuanto tiempo en porcentaje le asigna usted a los conceptos teóricos con relación a los prácticos en el curso? Conceptos teóricos _____ Prácticos _____

4. La Universidad cuenta con escenarios de práctica adecuados para impartir el curso?

Si ____ No ____

Cuáles? _____

5. En su labor docente utiliza algunas de las siguientes estrategias de enseñanza.
- a. Actividad focal introductoria_____ b. Discusión guiada_____ c. Objetivos_____
 - d. Señalizaciones_____ e. Discurso_____ f. Ilustraciones_____ g. Graficas_____
 - h. Preguntas Intercaladas____ i. Organizadores gráficos____ j. Mapas y redes conceptuales____
 - k. Organizadores previos_____ l. Analogías_____

6. En su labor docente de que manera aplica las estrategias anteriormente utilizadas.

7. La utilización del kit didáctico facilito su labor docente.

Si____ No____

Porqué? _____

8. En su opinión el kit didáctico fue una herramienta que facilito en los estudiantes el aprendizaje significativo de la temática capacidad de maquina en el curso mecanismos.

Si____ No____

Porqué? _____

ANEXO C
FORMATO DE ENCUESTA A REALIZAR ESTUDIANTES MATRICULADOS EN EL
ESPACIO ACADÉMICO MECANISMOS PERIODO I DEL 2011 EN LA
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA PASTO

Fecha. _____

Nombre.

Tema. Kit didáctico para el aprendizaje significativo de la temática capacidad de maquina en el curso mecanismos del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Cooperativa de Colombia Pasto

CUESTIONARIO

1. Cuando el docente imparte el Curso Mecanismos ¿utiliza alguno de los siguientes elementos?

a. Laboratorios____ b. Kit didácticos____ c. Maquetas____ d. Máquinas____

Cuáles? _____

Otras____ Cuáles? _____

2. ¿Cuánto tiempo, en porcentaje, les asigna el docente a los conceptos teóricos con relación a los prácticos en el Curso Mecanismos? Conceptos teóricos _____ Prácticos_____

3. ¿La Universidad Cooperativa de Colombia sede Pasto cuenta con escenarios de práctica adecuados para impartir el Curso Mecanismos?

Si____ No____

Cuáles? _____

4. Los ejercicios que el docente utilizaba para explicar la temática Capacidad de Máquina, antes de utilizar el kit didáctico, eran extraídos de libros guías?

Si____ No____

5. Los ejercicios que el docente utiliza para explicar la temática Capacidad de Máquina, antes de utilizar el kit didáctico, eran extraídos de libros guías pero contextualizados a problemáticas reales de su entorno?

Si___ No___

Un ejemplo _____

6. Usted conocía la didáctica que el docente utilizaba en el curso *mecanismos* antes de la utilización del Kit didáctico?

Si___ No___

Cuál _____

7. De las siguientes estrategias de enseñanza, ¿cuáles le sirvieron para generar aprendizaje de conocimiento con la ayuda del manual y el kit didáctico?

a. Actividad focal introductoria___ b. Discusión guiada___ c. Objetivos___

d. Señalizaciones___ e. Discurso___ f. Ilustraciones___ g. Graficas___

h. Preguntas Intercaladas___ i. Organizadores gráficos___ j. Mapas y redes conceptuales___

k. Organizadores previos___ l. Analogías___

8. De las siguientes estrategias para el aprendizaje ¿cuáles utiliza usted

a. Repetición de la Información___ b. Subrayando, destacando y copiando___

b. Palabras claves___ d. Rimas___ e. Imágenes mentales___ f. parafraseo___

g. Elaboración de inferencias___ h. Resúmenes___ i. Analogías___

j. Elaboraciones conceptuales___ k. Categorías___ l. Redes semánticas___

m. Mapas conceptuales___ n. Estructuras textuales___

9. La utilización del kit didáctico, facilitó su proceso de aprendizaje en la temática Capacidad de Máquina?

Si___ No___

Porqué? _____

10. En su opinión, la utilización del kit didáctico generó en usted una condición en la cual lo aprendido en la temática Capacidad de Máquina no se podrá olvidar en un lapso de tiempo corto?

Si___ No___

Porqué? _____

